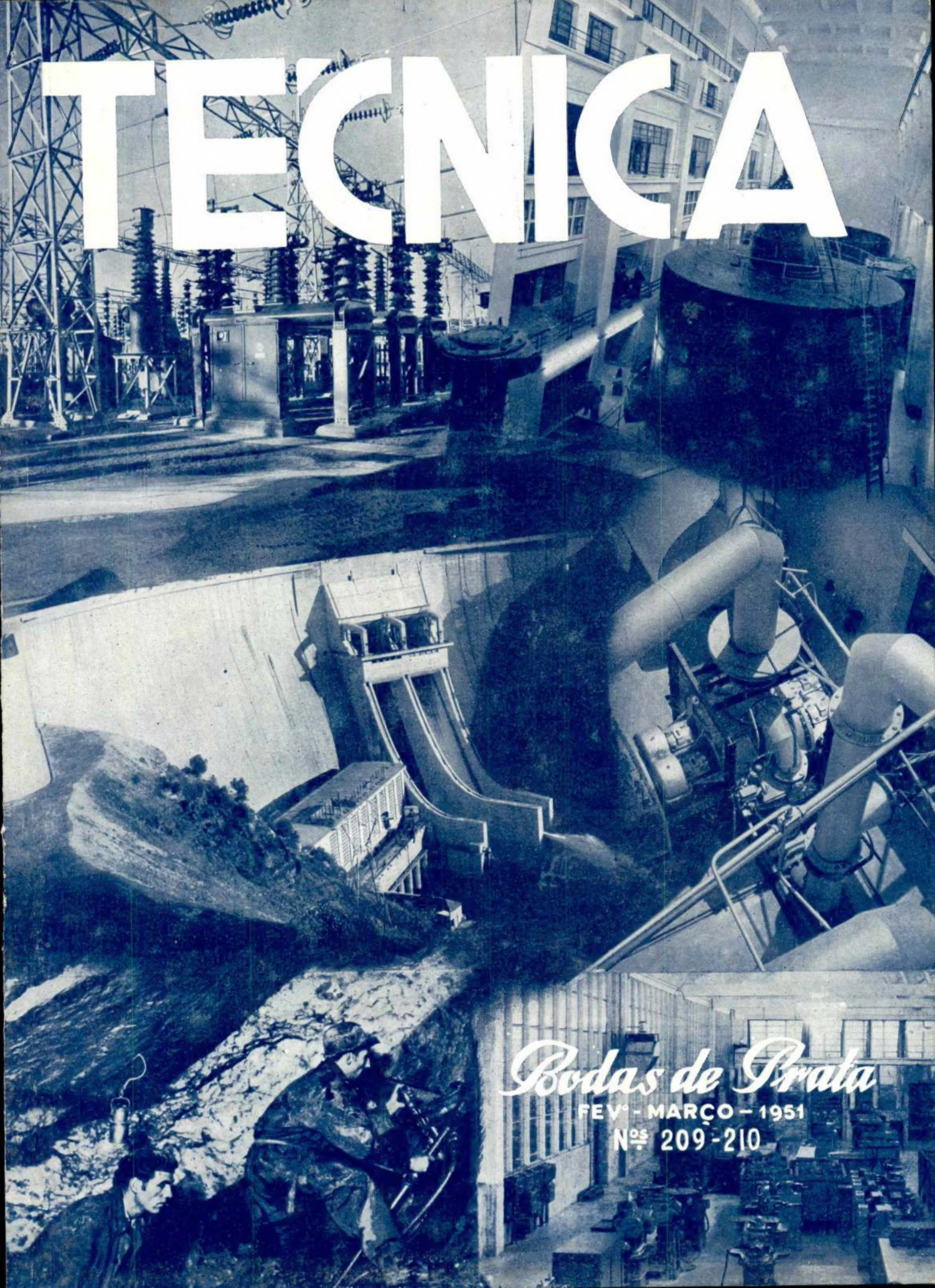
TÉCNICA



Bodas de Prata

FEV° - MARÇO - 1951
Nos 209-210

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

Desde o
Distrito de **VIANA DO CASTELO**
ao de **LEIRIA** e nos Distritos
de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO..... ...	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 240
EM LISBOA R. António Maria Cardoso, 13, 2.º

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMEROS
209-210
Fevereiro-Março
1951

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
LUIZ DA CUNHA FERRAZ

ADMINISTRADOR
MANUEL AGUDO MARQUES MAIA

CORPO REDACTORIAL
AURÉLIO GALHARDO COELHO
ROGÉRIO DA TRINDADE E LIMA
CARLOS ROSMANINHO
FERNANDO FARIA

Preço deste número **20$00**

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	25$00	45$00	85$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	50$00	90$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

Págs.

Vinte e cinco anos — Comemorando... e Reflectindo . . 259

«Técnica»
Pelo Eng.º José Belard da Fonseca 261

Bodas de Prata
Pelo Doutor Mira Fernandes 263

Saudação aos Novos
Pelo Eng.º José de Queiroz Vaz Guedes 267

Aplicação da teoria da venda ao preço de custo marginal no estudo duma tarifa de baixa tensão
Pelo Eng.º Paulo de Barros 269

25 anos de radioelectricidade
Pelo Eng.º Manuel Amaro Vieira 281

Centrais eléctricas — Linhas gerais da sua evolução
Pelo Eng.º Sérgio A. F. Medeiros 293

As realizações dentro do Plano de obras hidroagrícolas elaborado pela Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola em execução da lei de recosntituição económica
Pelo Eng.º Armando da Palma Carlos 307

Aproveitamentos hidroeléctricos no País — Evolução e estado actual
Pelo Eng.º Carvalho Xerez 319

Problemas da construção em Lisboa
Pelo Eng.º Manuel Bravo. 325

A experiência de Alvalade
Pelo Eng.º Luís Guimarães Lobato 329

25 anos de progresso no domínio da hidráulica marítima
Pelo Eng.º Carlos Krus Abecasis 341

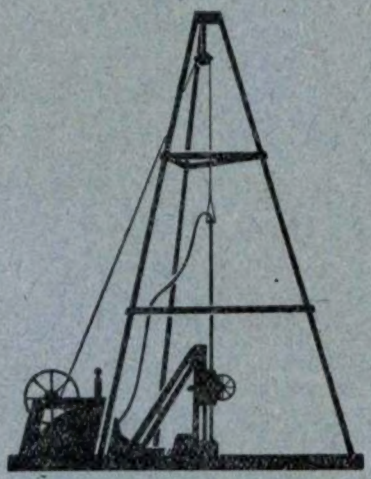
O Domínio de Actividade da Química Moderna
Pelo Eng.º Luís A. de Almeida Alves 347

Vida Escolar e Associativa
Presidente da Associação dos Estudantes. 364

Do Mundo Técnico 375

Biblioteca 394

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES



RODIO

As melhores referências
no país e no estrangeiro

SONDAGENS RODIO, Limitada

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA

Tel. 2 8685

CIBRA

CIMENTOS PORTLAND BRANCOS

PATAIAS LUSO

Bons entre os melhores

PARA ACABAMENTOS

PEDRA ARTIFICIAL E MOSAICOS

TRABALHOS MARÍTIMOS

PISTAS E FAIXAS DE ROLAGEM

OBRAS DE RESPONSABILIDADE

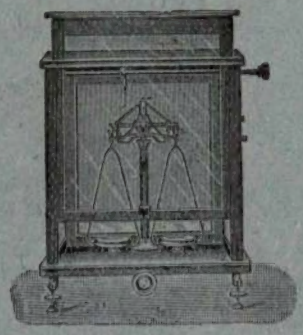
Rua Vitor Cordon 1, 2.º — LISBOA

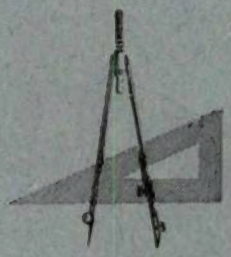
TELEFONES 30765/2 linhas

DESDE 1926 ...

25 ANOS DE ACTIVIDADE AO SERVIÇO DOS TÉCNICOS

Pimentel & Casquilho, Lda.





INSTRUMENTOS DE PRECISÃO
APARELHOS E MATERIAL PARA TOPOGRAFIA
MATERIAL DE DESENHO E PAPELARIA TÉCNICA
MATERIAL PARA LABORATÓRIO E ENSINO
INSTRUMENTOS ÓPTICOS E MILITARES
FERRAMENTAS E UTENSÍLIOS DE MEDIÇÃO
LIVROS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS

Rua Eugénio dos Santos, 75
R. Jardim do Regedor, 24-2.º

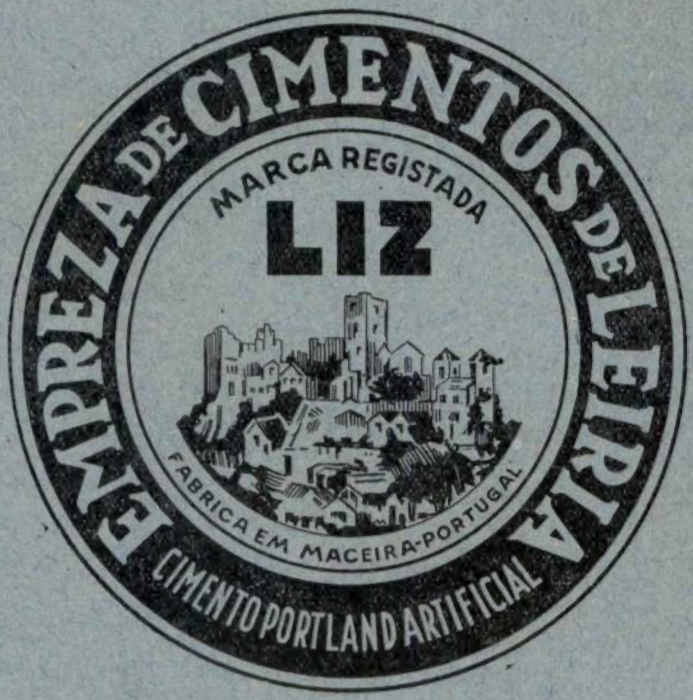
Telef. 2 4314 — Teleg. Tecna
L I S B O A

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA



Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

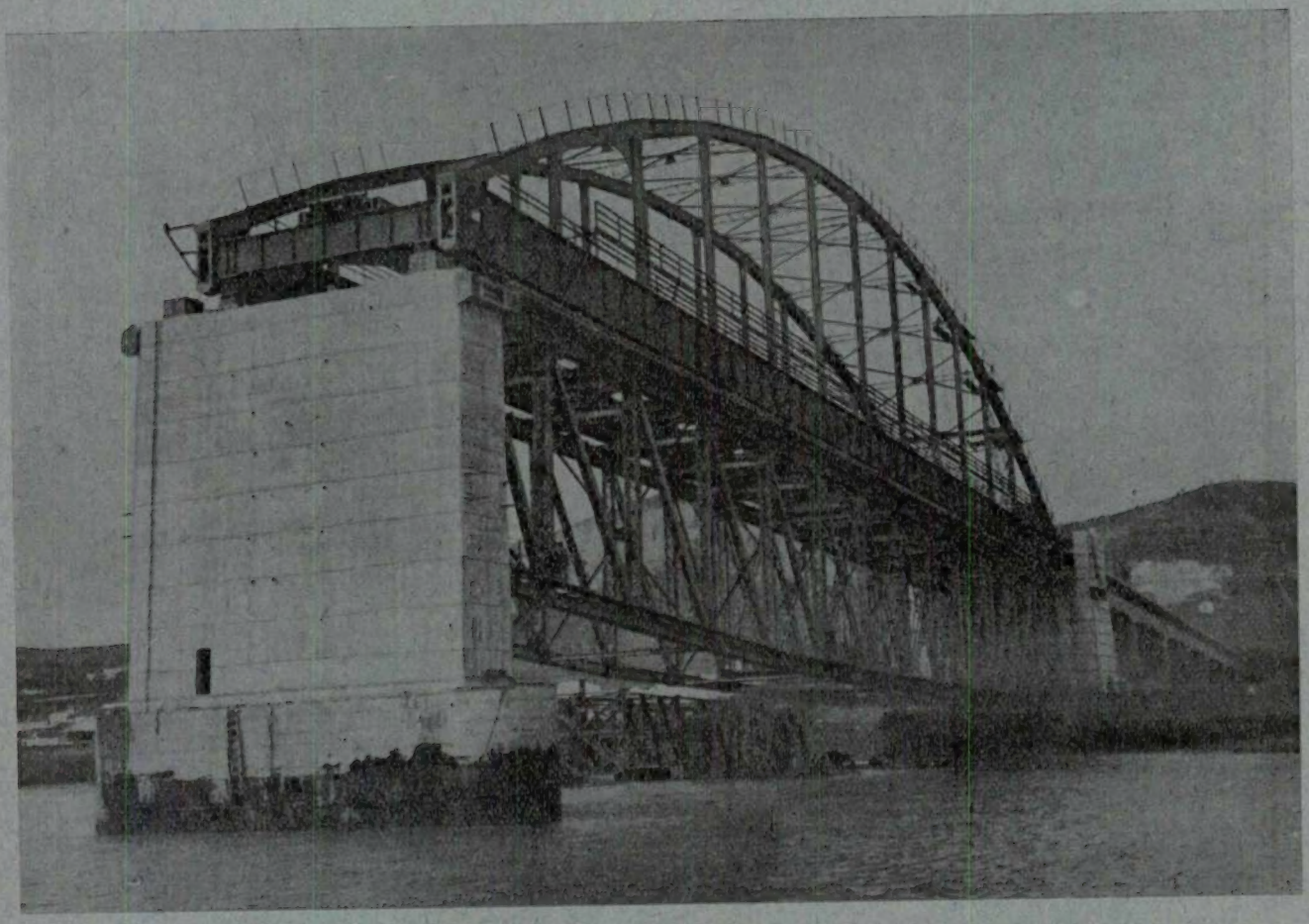
Agentes em todo o País

DORMAN, LONG & CO., LTD.

MIDDLESBROUGH, INGLATERRA

SECÇÃO DE PONTES

Empreiteiros da construção e montagem da Ponte sobre o Rio Tejo em Vila Franca de Xira



Fotografia do primeiro dos cinco tramos metálicos da Ponte de Vila Franca, tirada no dia da visita, ao estaleiro, de Sua Excelência o Presidente do Conselho

REPRESENTANTES EM PORTUGAL E ANGOLA:

MONTEIRO GOMES, L.DA

LISBOA PORTO LUANDA

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.
Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.
Tratamento de alumínio e ligas leves.
Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.
Soldar cobre e prata.
Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.
Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

BIRLEC LIMITED

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

ESTACAS

FRANKI
FORUM
MEGA
TUBADAS

1936 100 km DE ESTACAS EXECUTADAS EM Portugal 1950

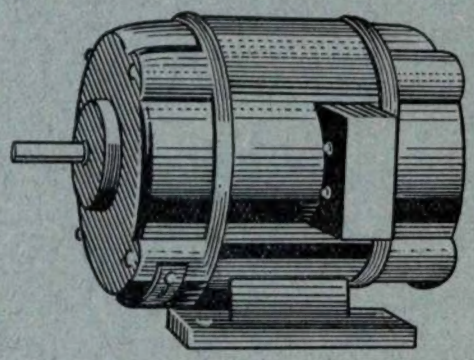
SONDAGENS GEOLÓGICAS. CONSOLIDAÇÃO DE ALICERCES.

FUNDAÇÕES FRANKI

SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
PRAÇA DA ALEGRIA, 20 R/C ~ TEL. 27456 ~ LISBOA

CONZ — METZENAUER & JUNG — FANAL

As grandes marcas alemãs de motores e máquinas eléctricas, material de protecção e termóstatos, transformadores, etc.



SOCIEDADE COMERCIAL

MATTOS TAVARES, L.DA

LISBOA R. DOS SAPATEIROS, 39, 2.º

TELEFONES 2 5701 - 2 5704

ELECTRO-ARCO

LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

electro-arco

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649

PORTO
RUA GUEDES DE AZEVEDO, 131 - TEL 21277

INGERSOLL-RAND, L.DA

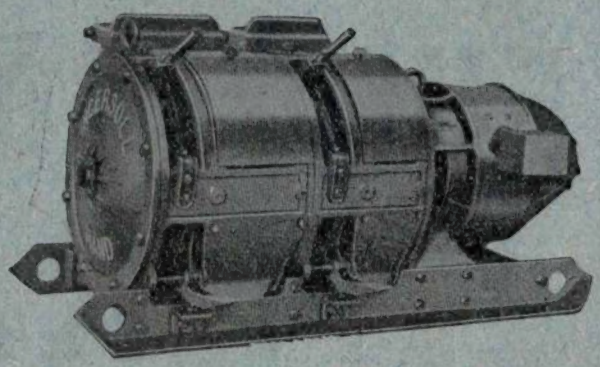
Compressores — Material para minas

Ferramentas Pneumàticas

Bombas centrífugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido

Condensadores de vapor — Motores «Diesel»

Equipamentos de refrigeração



Largo do Corpo Santo, 28-2.º

LISBOA

Telef. 2 3212 / 2 9671

Teleg. INGERSOLL

Nas Colónias

METROCOL, LDA.

LUANDA

Para equipamento de garagem

C. SANTOS, LDA.

LISBOA PORTO COIMBRA

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi

BÉLGICA

Cabos armados para alta e baixa tensão. Cabos telefónicos. Fios e cabos de todos os tipos para instalações eléctricas

Transformadores

Motores

Alternadores

Aparelhagem

Disjuntores

de protecção

PARA ENTREGA IMEDIATA

REPRESENTANTES GERAIS PARA PORTUGAL E COLÓNIAS:

NOGUEIRA, LIMITADA

107, RUA DOS DOURADORES — LISBOA

TEL. 21381 — 21382 — 30655

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

MÁQUINAS, EQUIPAMENTO, INSTALAÇÕES

Representantes de:

EMILE HAEFELY & C.ie S. A. — Basileia — Suíça
Transformadores de potência e medida, Condensadores estáticos, Rebobinagem de máquinas eléctricas, Material isolante

SPRECHER & SCHUH, S. A. — Aarau — Suíça
Aparelhagem eléctrica, Disjuntores-Ortojectores

MEIDINGER, S. A. — Basileia — Suiça
Motores e ventiladores eléctricos

BAUME & MARPENT, S. A. — Haine St. Pierre — Bélgica
Material de caminhos de ferro, Pontes, Gasómetros

HEINRICH FLOTTMANN G. m. b. H — Herne — Alemanha
Equipamento perfurador, Demolidores, Compressores, Martelos

BERKEFELD FILTER GESELLSCHAFT, m. b. H. — Celle — Alemanha
Filtros para água, vinho, óleos. Instalações de depuração e amaciamento de água, desferrização

ESCH-WERKE K. G. — Duisburgo — Alemanha
Britadoras, trituradoras, instalações de tratar pedras

W. HARTMANN & C° — Hamburg — Alemanha
Escavadoras, transportadores de fita, Scrapers, Vagonetas, Carris, Aços

THEODOR TILEMANN K. G. — Gevelsberg — Alemanha
Cabos de aço, cadeias, correntes

COMPANHIA PORTUGUESA DO COBRE, S. A. R. L. — Contumil — Porto
Cobre, latão, alumínio e respectivas ligas

António Moreira Rato & Filhos, L.da

CIMENTO TEJO

◆◆◆◆

MARMORES

CANTARIAS

TUBAGEM DE GRES

AZULEJOS

E LOIÇAS SANITÁRIAS

◆◆◆◆

AVENIDA 24 DE JULHO, 54-G

LISBOA

Telegramas: RATOFILHOS

TELEF.: 6 0879 e 6 3708

Sociedade Industrial Metalurgica

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

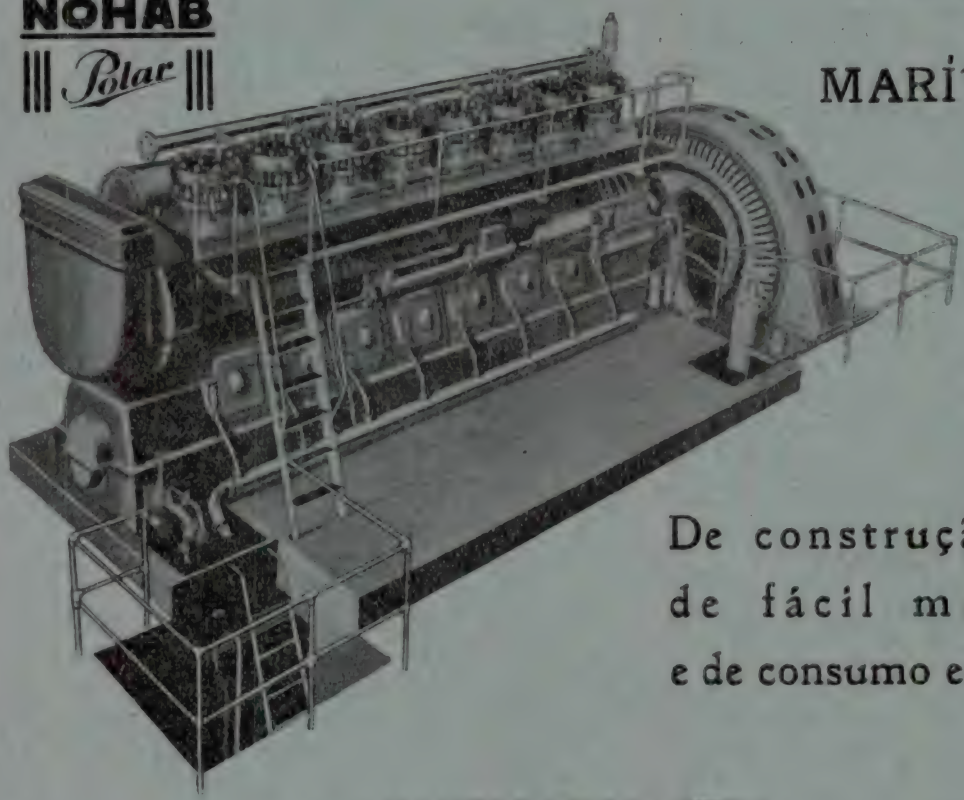
Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

MOTORES DIESEL

TERRESTRES
E
MARÍTIMOS



de 70
a 4000
cavalos

De construção sólida
de fácil manobra
e de consumo económico

FABRICADOS PELA

NYDQVIST & HOLM AKTIEBOLAG

TROLLHÄTTAN — SUÉCIA

As melhores referências em Portugal e no Estrangeiro

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA
Rua dos Correeiros, 8 a 26

PORTO
Praça da Batalha 12-12 A

L. M. ERICSSON

STOCKHOLM SUÉCIA

- INSTALAÇÕES TELEFÓNICAS DE TODOS OS SISTEMAS
- SISTEMAS TELEFÓNICOS POR ALTA FREQUÊNCIA
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- INSTALAÇÕES DE VIGILANCIA E DE CONTROLE A DISTANCIA
- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES E SONORIZAÇÃO, RECEPTORES
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA E CONTADORES ELÉCTRICOS
- PRENSAS HIDRÁULICAS E MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS
- CONDENSADORES PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA
- MOTORES ELÉCTRICOS
- DIVERSA APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA
- FIOS E CABOS TELEFÓNICOS E ELÉCTRICOS

Agentes Gerais em Portugal:

SOCIEDADE HERRMANN L.DA

Calçada do Lavra, 6 — LISBOA

Telefones { **2 3168** / **2 3169** } **Telegramas: LAVRA**

Oficina de construção e reparação de material telefónico e eléctrico

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Porto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 21968

«Central hidroeléctrica de Flix da S. A. Saltos del Ebro, Barcelona, equipada com 4 alternadores trifásicos OERLIKON, de 11250 kVA, 6300 V., 125 r. p. m., 50 Hz., cada um»

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos completos para centrais termo e hidroeléctricas, subestações e instalações de distribuição. Accionamentos eléctricos especiais para todas as indústrias. Geradores, motores, transformadores, reguladores de indução, comutadores, rectificadores de vapor de mercúrio, equipamentos para soldadura eléctrica por arco. Electrolizadores para a produção de hidrogénio e oxigénio. Aparelhos de manobra e protecção para alta e baixa tensão, reguladores automáticos de tensão, relés, pára-raios. Turbinas de vapor e turbo-geradores, ponte-gruas, compressores. Equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras, veículos diesel-eléctricos, locomotivas de acumuladores, tranvias, troleibus, funiculares e teleféricos, etc.

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON

ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

LUIZ DA CUNHA FERRAZ

DIRECTOR

ANO XXVI-N.os 209-210 FEVEREIRO-MARÇO 1951

VINTE CINCO ANOS

COMEMORANDO... E REFLECTINDO

C. D. 62 (05) Técnica . 009

COMPLETOU a Revista «Técnica», em Dezembro passado, o primeiro quarto de século da sua publicação.

Há 25 anos que a nossa Revista procura contribuir para o progresso da Engenharia. Há 25 anos que ela se regosija por cada triunfo da técnica.

Porém, se esses triunfos constituem, com efeito, o objectivo imediato da profissão que escolhemos, eles não podem ser identificados com o fim último da nossa acção, que é o comum a todas as profissões ou ciências: a valorização do Homem.

Não pretendemos leccionar nem afirmar ineditismo nas nossas palavras, quando certamente a maioria dos leitores terá do assunto um conhecimento muito mais completo. Mas, julgámos oportuno focar este tema, no limiar de um novo quartel da existência da Revista, para que não se lhe faça a injustiça de supor que a não anima, na luta pelo progresso da Engenharia, a consciência de um fim mais elevado a atingir.

Toda a vida da Revista – e em particular este Número — só terá um significado profundo quando observada à luz desta verdade: A Engenharia é servidora do Homem. E não do homem apenas no sentido quase exclusivamente considerado hoje — o sentido económico —, mas do Homem completo com as suas variadas facetas e necessidades – espirituais, morais, fisiológicas.

E assim, muitos empreendimentos ou aplicações da Engenharia, em que se opõem os dois factores – o sacrifício de certos aspectos humanos e o benefício de outros —, têm de ser considerados de tal modo que nem esse benefício seja apenas aparente, nem o sacrifício seja atentório das condições que devem ser respeitadas como essenciais à integral vitalidade do Homem.

É em favor desta Vitalidade, e nunca sacrificando-a às suas exigências, que a Engenharia deve singrar.

Do exame que esta etapa da vida da Revista nos sugeriu, ressalta-nos a necessidade de o Engenheiro se compenetrar cada vez melhor da verdadeira finalidade da sua profissão, nunca se esquecendo que é, antes de tudo, um Homem trabalhando para o BEM dos Homens. Tanto mais que hoje pertence aos Engenheiros uma vasta acção dirigente que só pode ser eficaz na medida em que estiver alicerçada numa sólida formação humanística.

Cremos caber à Escola um papel preponderante nessa formação, procurando integrar a bagagem técnica num sentido orientador.

A «Técnica», com o seu entusiasmo jóvem que não implica inconsciência da missão que lhe compete, esforçar-se-á por continuar a contribuir activamente para um crescente Progresso, que possa ser sempre olhado com júbilo por à sua realização e aplicação presidir uma ideia segura de real beneficiação humana.

* * *

Poderia a comemoração dos 25 anos da Revista «Técnica» não ter outra justificação que não fosse a homenagem simples e amiga aos que a iniciaram e continuaram com um objectivo de utilidade profissional e escolar, e portanto de repercussão imediata no plano nacional — e mesmo assim ela se nos teria imposto como um dever.

Mas, sucede que, à persistente acção dos seus dirigentes, tem correspondido uma obra que creditou a nossa Revista, sem vaidade, como um VALOR da Engenharia Nacional. E ao chamarmos NOSSA à Revista «Técnica», fundada e continuada por alunos do Instituto Superior Técnico, integrada na sua Associação, não esquecemos a simpatia e colaboração que o meio técnico nacional sempre lhe dispensou e que muito tem contribuido para o lugar certo que nele ocupa.

É, pois, também para vós, engenheiros e alunos de engenharia portugueses, este parabém de Bodas de Prata. É também o vosso mérito, directamente espelhado nas realizações da nossa Engenharia, que desejamos realçar.

Por tudo isto nos pareceu que, na base da razão de ser e orientação deste Número, deveria estar a dupla comemoração dos exitos da nossa Revista e da Engenharia Portuguesa, aliàs intimamente ligados, evidentemente com influência predominante dos da segunda.

Procurando satisfazer aqueles objectivos, o Número é fundamentalmente constituído por artigos de antigos dirigentes da Revista, focando os aspectos gerais e evolutivos de vários ramos da Engenharia moderna e apresentando as correspondentes realizações técnicas no nosso País neste quarto de século. No «Mundo Técnico» pretende-se completar a homenagem ao progresso técnico.

Mas, não era menos importante e justa a consagração de outros valores igualmente ligados à Revista: a Escola e a Colaboração Científica. Eles acham-se representados pelo Director do nosso Instituto Eng.º Belard da Fonseca e pelo Prof. Doutor Mira Fernandes eminente e assíduo colaborador desde o primeiro número.

Encerraremos o Número apresentando, com uma pontinha de orgulho, algumas facetas da vida da nossa Associação, necessàriamente inexpressivas, pois só vivendo-a se pode conhecê-la bem.

* * *

Quereriamos reunir nesta comemoração todos os que, trabalhando ou colaborando na Revista, a favoreceram com a sua boa vontade e competência. O seu elevadíssimo número impossibilita a realização do nosso desejo, sendo porém, simultâneamente, motivo de satisfação, pois traduz bem o interesse e simpatia que a nossa Revista tem merecido.

No entanto julgamos poder concretizar a nossa ideia relembrando os nomes que têm dirigido a «Técnica». A cada um deles se acharão ligados os que lhe deram a sua colaboração, de trabalho ou de autoria.

Vaz Guedes e Centeno Castanho, Galvão Teles, Castro Cabrita, Belard da Fonseca, Carlos Rebelo da Silva, Silva Martins, Teixeira Lopes, António da Silveira, Henrique Vieira, Metello de Nápoles, Barbosa Baptista, Paulo de Barros, Amaro Vieira, Sérgio Medeiros, Palma Carlos, Carvalho Xerez, Manuel Rocha, Manuel Bravo, Luís Lobato, Burnay de Mendonça, Pedro Nunes, Charters de Azevedo, Manuel Gaspar, Carlos Abecasis, Nuno Abrantes, Luís Alves, José de Lucena, Gonçalves Henriques, António Bustorff, Fernando Abecasis, Jácome de Castro, Estácio Marques e José Avilez.

Com a certeza de interpretar o desejo de todos os que por cá passaram, queremos ainda envolver no mesmo abraço amigo o dedicado Sr. Rodrigues, valioso companheiro de trabalho de sempre.

A DIRECÇÃO DA «TÉCNICA»

"TÉCNICA"

PELO PROF. ENG.º JOSÉ BELARD DA FONSECA

Director do I. S. T.

Antigo Director da «Técnica»

C. D. 62 (05) Técnica. 009

Data de Outubro de 1915 a publicação da primeira revista dos alunos do Instituto Superior Técnico. Era já então editada pela Associação dos Estudantes e deveria sair todos os meses. Teve no entanto curta vida a «*Técnica Industrial*», assim se intitulava, pois que após uma publicação, aliás muito irregular, mas que durou todavia algum tempo, foi definitivamente suspensa em princípios de 1918. Uma das razões que mais terá influído para uma existência tão efémera foi sem dúvida a mobilização de grande parte dos alunos do Instituto, para frequentarem as escolas de oficiais milicianos e tomarem parte na primeira guerra mundial.

Só após um intervalo de mais de sete anos, outros alunos de iniciativa resolveram, em boa hora, a publicação de nova revista: a «*Técnica*» de que se festejam hoje os 25 anos de existência.

Abria o primeiro número um artigo do então Presidente da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, José Fernando de Sousa, fazendo votos por uma próspera e longa vida da nova revista e terminando pela consagrada aclamação: «*Ad multos annos!*» Os desejos daquele ilustre engenheiro e notável jornalista, realizaram-se completamente. Resistir a todas as dificuldades que diàriamente surgem, durante vinte e cinco anos, não é vulgar para uma revista com as características desta, mas o mais importante é que a regularidade com que tem sido publicada, o modo como a Associação dos Estudantes soube organizar os seus serviços, a forma como é assegurada a sucessão de directores e administradores, a aceitação que sempre tem tido do público deram-lhe uma estabilidade que lhe garante longa vida.

O que foram os vinte e cinco anos da «*Técnica*» não é fácil dizê-lo em poucas palavras. O que eles representam só se pode avaliar pela consulta da já longa colecção dos volumes da revista, longo reportório de artigos de professores, engenheiros e alunos, estes mais tarde técnicos distintos também, artigos todos eles de grande interesse. Na minha já longa vida profissional, longa e por vezes muito activa e variada, quantas vezes para me documentar tenho recorrido à colecção da «*Técnica*», sempre em lugar de honra entre os meus livros?

Por outro lado, tem sido fundamental o papel desempenhado por esta revista no sempre crescente prestígio da Associação dos Estudantes e do próprio Instituto, mos-

trando do que os seus alunos são capazes. A posição que a «Técnica» hoje ocupa conquistou-a não por favor da sorte, mas pelo esforço próprio e assim é de esperar que a sustente sempre com o mesmo brilho e durante largo período.

Termino estas poucas linhas com a mesma exclamação do velho e saudoso amigo, o Engenheiro Fernando de Sousa: «*Ad multos annos*».

BODAS DE PRATA

PELO DOUTOR MIRA FERNANDES
Prof. do I. S. T.

C. D. 530,14

Comemora esta Revista os seus vinte e cinco anos de existência. Seu colaborador desde os primeiros números, com relativa assiduidade, sempre com devoção e agradecimento pelo agasalho recebido, interessado nos seus progressos e satisfeito com os seus triunfos, é-me grata a incumbência de me associar a esta celebração, como testemunha do seu labor e confidente do seu viver.

Arquiva esta Revista alguns dos meus pobres originais e a reprodução de muitas Notas anteriormente publicadas algures, por exigência dos temas, urgência de divulgação, ou oportunidade de lugar. E este facto justifica os direitos de *confidente* a que acabo de aludir. Outros (todos os seus dirigentes desde a sua fundação e alguns dos seus colaboradores) terão tido com a *Técnica* uma intimidade mais forte; a minha tem sido das mais demoradas, adquirindo, assim, os direitos dos velhos servidores. E os deveres, bem entendido!

Se essa intimidade me desvanece, o relembrá-la não é, porém, mera exibição dum título de que muito me orgulho. O meu intento é recordar que, sendo a *Técnica,* pelo nome e pelos apelidos, uma *revista de engenharia,* nunca os seus dirigentes se esqueceram de que ela é, também, uma *revista escolar;* e, como tal, devendo dar albergue e guarida, quando pareçam merecidos, a todos os temas relacionados com os domínios científicos que na Escola se professam. E a essa atitude se deve a minha colaboração na Revista; o que não impede, antes apoia, o meu reconhecimento por uma atribuição de valores que essa colaboração não possui.

* * *

Pedem-me aqueles a quem compete a celebração dos vinte e cinco anos da *Técnica,* uma referência, uma elucidação, possìvelmente, um resumo de algum ou alguns dos mais notáveis progressos, realizados nos domínios científicos que mais particularmente interessam a minha curiosidade e satisfazem o meu desejo de aprender, e que se tenham verificado desde que a Revista se fundou. Salutar empenho é esse de comemorar os avanços do saber contemporâneos da sua já longa existência; de apontar os marcos miliários da estrada percorrida; de recordar as mais destacadas e fecundas singularidades da evolução do pensamento, posteriores ao início do seu labor cultural.

Sòmente... Ai de mim! Se grande é a minha mágoa por não poder abordar com relativa perfeição e nitidez, por insuficiência de espaço, estreiteza de prendas, acanhamento de horizontes, deficiências de espírito crítico, o exame de alguns dos mais instantes e atraentes objectos da curiosidade matemática dos nossos dias, nos domínios da Geometria Diferencial, do Cálculo variacional ou da Mecânica (citando apenas, claro está, aqueles que mais prendem a minha atenção e mais promovem aquele desejo de aprender, a que já aludi); se grande é a minha mágoa, dizia eu, em parte a alivia e dilui a feliz circunstância de poder advertir que alguns desses temas, quase todos aqueles de cujo evoluir me tenho ocupado nos últimos vinte anos, são tratados nessas Notas minhas que a Revista arquiva nas suas páginas. De certo, imperfeitas e breves, não estão desactualizadas nas suas linhas gerais, nem seriam aperfeiçoadas por novos comentários que, dentro

da mesma generalidade, lhes viesse trazer uma deselegante insistência nas afirmações que nelas se formulam. Limitarei, por isso, a um tema único, a que não falta interesse, sobretudo pela aproximação que promove entre domínios que pareciam distantes, a minha colaboração neste número jubilar da *Técnica*. O tema é novo, pois só foi abordado, que eu saiba, em fins de 1 949.

A IRREVERSIBILIDADE DO TEMPO E A CONCEPÇÃO QUÂNTICA

Numa *Nota* interessante, publicada em Setembro de 1 949, aborda Léon Motchane o problema geral da escolha dum instrumento matemático especìficamente adaptado à representação dos fenómenos físicos. Vou seguir, mais ou menos fielmente, a sua exposição, a que depois farei alguns comentários.

a) Em particular, pregunta-se se as noções matemáticas (funções, operações) usualmente empregadas para descrever fenómenos do movimento físico (por oposição ao movimento geométrico) reflectem todos os caracteres essenciais dos fenómenos físicos observáveis, por exemplo, o da irreversibilidade do tempo. Como se sabe, a representação matemática habitual em Mecânica (clássica, relativista ou quântica) não toma em linha de conta, duma maneira *íntrinseca,* a irreversibilidade do tempo. A convenção sobre o sentido de variação da *variável tempo* não é um carácter específico das funções correntemente empregadas. As funções de que nos servimos são definidas como bilaterais (em particular, a continuidade e a derivabilidade que lhes atribuimos são bilaterais), ao passo que o fenómeno físico correspondente só é definido unilateralmente.

E, como as funções unilaterais são mais gerais que as bilaterais, é legítimo averiguar quais poderiam ser as interpretações físicas das propriedades particulares das primeiras.

Representando as variações do tempo sobre um eixo qualquer, da esquerda para a direita, seja (A_n) uma sucessão de medidas das quais a última é feita no instante t_o, e tendo por exemplo, todas elas o mesmo valor A. Dizendo que A é constante em relação ao tempo, nós afirmamos, quando muito, que os resultados duma sucessão de medidas, feita sempre no mesmo sentido da variável, são idênticas. Qualquer que seja o instante t_o, nada poderemos dizer do valor duma medida análoga, quando nos aproximamos desse instante pelo lado *ulterior*. Portanto, A é, quando muito, uma *constante à esquerda.* Um raciocínio semelhante mostra que uma velocidade é, quando muito um *número derivado finito à esquerda,* que, às vezes, se reduz a uma *derivada à esquerda* única. E, como o mesmo se pode afirmar de todas as noções instantâneas, é legítimo formular o seguinte.

Princípio — Todos os fenómenos físicos funções do tempo são representados por funções definidas esquerdas. Os fenómenos instantâneos são representados por funções derivadas esquerdas, ou melhor, que são, em cada ponto, derivados à esquerda finitos de funções desconhecidas.

Quase todas estas funções, que se introduzem em Mecânica por considerações puramente físicas, são pontualmente discontínuas. O seu uso só se tornou possível depois dos trabalhos de Denjoy; mas, para remontar desses números derivados às correspondentes primitivas, é insuficiente o conceito de integral de Lebesgue, tornando-se essencial a utilização do integral no sentido de Denjoy (integral D).

b) Designemos por *noção primitiva I* toda a noção que tem a dimensão física duma função primitiva (integral-L, ou integral-D) doutra função f que é derivada à esquerda que tem também uma dimensão física e representa, portanto, medidas de fenómenos físicos.

Pelo que se acaba de dizer, se somarmos a I uma função O que tenha, em cada ponto, a sua *derivada à esquerda nula,* a derivada à esquerda de I não é alterada. Isto é, representando por $\underline{\Delta_e}$ a derivada à esquerda,

$$\Delta_e \, I = \Delta_e \, (I + O) = f.$$

A indeterminação de *I*, já não é, como para as primitivas ordinárias, *a de uma constante,* mas a de *uma função qualquer* O *cuja derivada à esquerda seja nula.*

Ora, T. Viola, na sua *Thèse* averiguou que as funções com derivada à esquerda nula têm as seguintes propriedades:

1.ª O conjunto das suas discontinuidades E (x) (representando por x a variável independente) *é numerável;*

2.ª Ela é *constante nos intervalos contíguos a* E (x).

A função *O* é, portanto, representada por uma poligonal *em escada,* de lados paralelos aos eixos, num intervalo *ab*, onde haja pontos de E (x). Nesse intervalo, a variação I (b) — I (a) é, pois, caracterizada por uma sucessão discreta de constantes; e *I* é inicialmente definida por uma infinidade numerável de condições.

Mas estes factos são a transcrição matemática rigorosa da hipótese física da quantificação. Com efeito, as expressões da *energia,* da *acção,* da *força viva* quer se trate de física clássica ou quântica, *são noções primitivas I,* no sentido atrás definido. No caso geral, as noções primitivas *I* apresentam-se sob a forma de estados discretos. Noutros termos:

A quantificação, em física, não é uma hipótese, é uma necessidade lógica. Os dados da observação, a irreversibilidade do tempo têm como consequência imediata uma quantificação das noções físicas primitivas.

c) As propriedades das derivadas à esquerda e das funções *O* (com derivada à esquerda nula) mostram que se pode imaginar uma infinidade de quantificações possíveis que não são, porém (como o autor se propõe provar ulteriormente) totalmente arbitrárias. Foi a experiência que *decidiu* a favor do *quantum* de acção *h*. Se se calcula a acção total $I = I_0 + O$, sendo I_0 um integral *D* e *O* uma função com derivada à esquerda nula, vê-se que a marcha de *O* (função em escada) que dá estados quânticos, não é determinada, graças a *h*, senão pela área dos rectângulos cujos lados têm, respectivamente, as dimensões dos momentos p e dos comprimentos x. E daqui resulta que: *1.º* os estados quânticos são discretos; *2.º* a única limitação é a do produto $\Delta p \,.\, \Delta x > h$. Nenhuma indicação é dada sobre a medida simultânea de Δp e Δx (princípio de Heisenberg).

Para uma variável quântica q, a marcha geral dos funcionais de integração, em intervalos contíguos a E (q), para funções de q indefinidamente deriváveis à esquerda, é da forma

$$\Sigma\, q^n\, f_n$$

onde os f_n têm derivada á esquerda nula e podem ser postos sob a forma

$$1) \qquad f_n\,(q) = \sum_i \omega_{n,i}\, \varepsilon_i.$$

sendo $\omega_{n,i}$ os *saltos* correspondentes a $q \in E\,(q)$ e $\varepsilon_i = \pm 1$. Obtém-se assim uma infinidade de matrizes $f_1, f_2 \ldots f_n, \ldots$ e também uma matriz geral dada por 1).

Parece possível utilizar estas matrizes para o cálculo dos estados quânticos.

* * *

Tal é a análise de Léon Motchane, da qual ele já deu alguns exemplos, em Junho de 1 950.

Verifica-se aqui uma daquelas circunstâncias em que, como já disse noutro lugar, o êxito da investigação se subordina, em grande parte, á perícia do confronto, à oportunidade da utilização, à justeza do presságio. Por isso, a aptidão inventiva tem, como esteio, o poder de relacionar, e a originalidade, como título, a maneira de inquirir.

Temos, por um lado, a análise de T. Viola, na sua *Thèse,* averiguando ser *numerável* o conjunto E (x) dos pontos de discontinuidade das funções com a derivada à

esquerda nula e serem estas funções constantes nos intervalos contíguos ao mesmo conjunto, sendo, por isso, o seu gráfico uma poligonal em escada. E esta análise só foi possível, graças à teoria da totalização de Denjoy, que permite calcular uma primitiva I_0 e, com ela, a expressão geral $I_0 + O$ de todas as primitivas duma derivada à esquerda.

Ocorre agora a advertência de Léon Motchane de que os fenómenos físicos dependentes do tempo, são, mercê da irreversibilidade, representados por funções desta classe e respectivas derivadas (ou números derivados à esquerda). A sua variação, num intervalo onde haja pontos de E (x), é caracterizada por um número discreto de constantes, e a função primitiva I é inicialmente dependente duma infinidade de condições. E assim se faz o encontro da teoria matemática com a hipótese física da quantificação. Nem sequer falta a possibilidade de infinitas quantificações, embora não sejam totalmente arbitrárias.

* * *

O meu intento, advertindo esta aproximação, em logar e tempo que, pelo carácter deste número da Revista, não seriam próprios para mais largo comentário, é apenas assinalar uma daquelas felizes intersecções de duas trajectórias do pensamento, de que há tantos exemplos no progredir da ciência; da qual resulta, quasi sempre, um maior esclarecimento da sua marcha, uma presunção mais segura do seu destino. E, na visinhança dessa intersecção, não é raro encontrarem-se novos filões da verdade científica, sugestões de novos caminhos, perspectivas de novos horizontes.

Na análise exposta encontra-se um padrão de raciocínio aplicável a todas aquelas teorias em que a variável independente seja de natureza irreversível; e aquela sucessão *numerável* de constantes, característica da função *quântica O* e criada pelos processos de totalização de Denjoy, dá-nos, por intermédio daquele padrão, o exemplo de mais um inesperado entendimento entre domínios que pareciam distantes, estruturas que se afiguravam desconexas, sem afinidades próximas, nem presunções de parentesco.

Mais uma revelação daquela *harmonia preestabelecida* de que falava Hilbert numa conferência célebre, ao mencionar a intervenção da teoria das matrizes na mecânica quântica de Heisenberg e a dos parêntesis de Poisson na teoria de Dirac.

SAUDAÇÃO AOS NOVOS

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) JOSÉ DE QUEIROZ VAZ GUEDES

1.º Director da «Técnica»

C. D. 62 (05) Técnica. 009

«A Técnica» nasceu em um momento especialmente vibrante da vida do I. S. T. e nenhuma incumbência poderia ser-me mais grata do que relembrar, 25 anos depois, essa época da existência da Nossa Escola.

A vida de relação entre professores e alunos, em que a confiança e a liberdade de contacto só tinham como limite a veneração e respeito que votávamos aos Mestres mais queridos, permitia-nos estar perto do conselho e da orientação daqueles que eram, simultâneamente, Mestres e Educadores. Os impulsos da juventude eram temperados por uma autoridade moral que nunca se fêz respeitar pela força.

Quando um grupo de alunos a que tive a honra de pertencer, resolveu fundar a «Técnica», teve em vista criar uma tribuna onde fossem versados todos os assuntos técnicos, económicos e sociais em cuja solução os futuros engenheiros deviam participar.

Pretendiam que os Mestres se servissem dessa tribuna para alargar o âmbito dos seus ensinamentos a sectores e aspectos que os programas não especificavam, e também, que colegas já lançados na vida lhes trouxessem o benefício da sua experiência e a lição da sua prática.

Mas pretendiam sobretudo realizar uma profissão de fé nos destinos da Pátria e na sua futura probidade profissional, manifestando a resolução inabalável de dedicar a vida inteira sem desfalecimento e sem fraqueza à resolução de todos os problemas vitais da nossa terra.

Passados 25 anos a Escola não tem de que se envergonhar dos seus filhos. Muita coisa que nesse tempo era aspiração é hoje realidade, e no campo das realizações materiais sempre aparecem os nomes de engenheiros ligados com dignidade aos projectos ou à execução das Obras.

No campo da organização social e profissional têm sido também notáveis os progressos, e a classe dos engenheiros pode hoje orgulhar-se, julgo eu, de constituir um sector da comunidade nacional respeitado pelos serviços prestados e pela eficiência e a dedicação profissionais da maioria dos seus componentes.

Há, porém, um aspecto de transcendente importâcia que me parece seguir por mau caminho. Trata-se da preparação do elemento humano em todos os graus do ensino técnico. Nas diferentes funções de que tenho tido de desempenhar-me não tenho podido deixar de reconhecer e lamentar que nós, engenheiros, não tenhamos podido ser mais eficientes na preparação dos nossos futuros colaboradores.

Quer se trate de operários passados pelas escolas industriais, quer de condutores de trabalhos, quer de jovens colegas, muitos deles cheios de qualidades naturais, é sempre fácil de reconhecer a má orientação do ensino.

Será necessário que lutemos para conseguir criar aos professores de todos os graus do ensino técnico condições de prestígio e de remuneração material que possam ser aceites pelos melhores de entre nós, porque não há missão mais nobre do que prepararmos os sucessores para que possam chegar mais longe e mais alto do que nós chegámos.

É preciso que todos contribuamos para criar um tal ambiente de respeito pela missão do «Mestre de engenheiros» que garanta que cada vez que houver de escolher-se

um novo membro para o corpo docente de uma escola de engenharia, essa escolha haja por força do ambiente criado de recair em um profissional que tenha dado provas de capacidade técnica e moral indiscutíveis.

É preciso também reduzir a frequência dos primeiros anos das escolas superiores, por meio de uma selecção mais meticulosa, para que não sejam excedidas as possibilidades dos corpos docentes e das instalações.

E finalmente, é preciso acima de tudo, que os futuros engenheiros tenham no coração e no espírito, como nós tinhamos há vinte e cinco anos ao fundar a «Técnica», uma convicção profunda que os deve acompanhar toda a vida, de que a sua missão é das mais nobres e que é digna de todas as dedicações e sacrifícios.

Por isso, certo de que não faltarão à chamada, lhes apresento a todos as minhas saudações mais amigas.

APLICAÇÃO DA TEORIA DA VENDA AO PREÇO DE CUSTO MARGINAL NO ESTUDO DUMA TARIFA DE BAIXA TENSÃO

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (I. S. T.) PAULO DE BARROS

Antigo Director da «Técnica»

C. D. 621.317.8:658.8.03

1 — A presente nota não tem como finalidade obter a solução exacta dum problema; pretende apenas dar alguns subsídios para o estudo duma tarifa de baixa tensão, pela aplicação dum princípio já antigo e que constitui a base da teoria marginalista. Tanto nas considerações que fizermos como no exemplo prático que apresentarmos procuraremos não nos afastar das realidades do momento: os resultados a que chegarmos não podem, porém, ser tomados como definitivos ou de aplicação geral, visto que são simples soluções dum problema particular, apresentado como exemplo tipo e não como um caso real.

2 — Uma tarifa de venda de energia eléctrica deve obedecer às seguintes condições fundamentais:

a) Adaptar-se o mais possível à curva do preço de custo;
b) Fomentar a venda, isto é, dar interesse ao cliente em aumentar o consumo, por uma degressão do preço;
c) Ser fácil de aplicação e simples de compreensão;
d) Não exigir instalação cara ou complicada para o consumidor, permitindo sem dificuldade a aplicação da energia nos diversos usos.

Para o fornecimento em baixa tensão podem-se adoptar dois sistemas tarifários que obedecem aos princípios acima enunciados:

1) A tarifa por escalões, a que alguns chamam tarifa poligonal, sendo o volume de cada escalão função do número de divisões da casa (iluminação particular e usos domésticos), da área (iluminação comercial, usos agrícolas), da potência (força motriz), etc.
2) A tarifa binómia, com encargo fixo função também dos mesmos parâmetros.

É claro que estes dois sistemas — que exigem um só contador e uma só instalação — têm modalidades diversas, com preços consoante a estação (verão ou inverno), com diferentes sistemas de considerar as divisões da casa, a área, etc., como unidade tarifária. Apenas interessa porém definir os princípios gerais.

O nosso estudo vai incidir sobre a tarifa poligonal.

Analisemos, por exemplo, a tarifa para iluminação particular e usos domésticos; o volume em kWh de cada escalão é uma função do número de divisões da casa, como já dissemos: os estudos estatísticos feitos em todo o mundo permitem fixar o volume de cada escalão tendo em atenção os seguintes princípios:

1.º — O primeiro escalão destina-se à iluminação essencial;

2.º — O segundo escalão destina-se à iluminação suplementar e aos usos domésticos de menor consumo (aparelho de telefonia, aspirador, enceradora, frigorífico, ferro de engomar, etc.).

3.º — O terceiro escalão destina-se aos usos domésticos de grande consumo (cosinha, aquecimento de águas e de locais).

O preço do kWh de cada escalão deve ser fixado tendo em atenção os princípios *a*) e *b*) acima enunciados, e ainda o valor de apreciação do consumidor para os diferentes usos.

Como porém o consumo se vai dar principalmente no terceiro escalão (no Porto, em 1 949, verificou-se a seguinte divisão: 1.º escalão 10 %, 2.º escalão 8 % e 3.º escalão 82 %) conclui-se que é necessário tomar uma especial atenção na fixação do preço do kWh para este último escalão, pois dele dependerá, em última análise, o sucesso da tarifa, tanto sob o ponto de vista do consumidor como sob o ponto de vista de distribuidor; um terceiro escalão elevado não fomenta o consumo da energia, porque não oferece vantagens ao consumidor; um terceiro escalão baixo conduz a uma situação deficitária, ocasionando um preço de venda inferior ao preço de custo e impedindo assim o normal desenvolvimento da rede por falta de receitas.

É na fixação dos preços de cada tarifa, e, dentro da tarifa, de cada escalão, que pode ser usada com vantagem a noção de preço marginal.

3 — Supunhamos uma determinada produção caracterizada por uma curva de despesas totais D. A esta despesa D corresponde uma produção q, e o preço médio unitário paro esta produção será

$$w = \frac{D}{q}$$

A um acréscimo de produção d q corresponde um acréscimo de despesa d D; ao preço deste acréscimo infinitesimal que é, por definição

$$\partial = \frac{dD}{dq}$$

chama-se *preço marginal,* e é, na realidade, o preço de custo da unidade suplementar.

A curva D de despesas totais corresponde portanto uma curva ∂ de preços marginais, que é a sua derivada

Se conhecermos a curva p de procura do produto fabricado, isto é, a curva que define a venda em função do preço médio, conclui-se que o ponto de intersecção desta curva p com a curva ∂, ou seja, aquele ponto em que o preço marginal é igual ao preço de venda, nos indica a posição de equilíbrio do mercado, para a qual se deve tender, pois nela estarão harmonizados os interesses do vendedor e do consumidor. É claro que esta teoria — tal como foi enunciada — só é válida para condições económicas rigorosamente constantes e perfeitamente normais e num mercado em que a concorrência jogue livremente, não entrando por consequência em conta com factores políticos que por vezes condicionam a fixação dos preços e alteram por completo a curva de procura. É um caso teórico limite num mercado ideal, mas cuja aplicação, na determinação dos valores duma tarifa, nos parece de aceitar, porque se trata, em última análise, de vender o mais barato possível sem no entanto se cair num preço inferior ao preço de custo das unidades suplementares. Há no entanto que respeitar sempre a regra do equilíbrio financeiro, porque a venda ao preço marginal, em muitos casos, pode conduzir a preços inferiores aos custos médios, não havendo assim receitas suficientes para cobrir as despesas.

4 — A primeira coisa a fazer é a determinação da curva D de despesas totais. A resolução deste problema oferece dificuldades grandes e não se pode pretender a solução exacta. *Mesmo admitindo a invariabilidade das condições económicas gerais,* elemento fundamental para o estudo a que vamos proceder, o andamento da curva de despesas depende da evolução do número de clientes e do seu consumo específico, do factor de carga da rede de distribuição e das perdas, das despesas de exploração e de aquisição de energia, dos encargos financeiros, etc.

Temos de admitir um certo número de hipóteses, que podem não ser exactos em períodos de tempo curtos, mas que devem corresponder à realidade em prazos largos.

Examinemos então cada um destes factores separadamente.

5 — A utilização da energia eléctrica nos usos domésticos permite, sem qualquer dúvida, atingir consumos específicos elevados. Para demonstrar esta afirmação não é necessário referirmo-nos a exemplos estrangeiros, pois o caso do Porto, só por si, é prova eloquente do que acima dissemos.

Com efeito, de 357 kWh por consumidor em 1 941, passou-se para 1 137 kWh em 1 948, sendo o aumento devido em grande parte às aplicações domésticas da electricidade.

Na realidade, os consumos específicos nas diversas classes são as seguintes:

Anos	Usos domésticos		Força motriz		Iluminação pública		Usos diversos		Total
	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	
1 941	74,4	20,9	78,9	22,1	101,1	28,3	102,6	28,7	357
1 948	691,8	60,9	217,4	19,1	58,4	5,1	169,2	14,9	1 136,8

Isto significa que se pode contar com um aumento substancial do consumo específico no dia em que as condições técnico-económicas das distribuições de baixa tensão permitirem a utilização em larga escala da energia eléctrica para usos domésticos.

O consumo total a considerar vai depender, como é óbvio, do número possível de consumidores; e estes são função, por sua vez, do número de fogos da zona electrificada ou a electrificar e do nível de vida da população. Será por consequência um valor a arbitrar em face das condições locais para cada estudo que se fizer.

6 — O factor de carga da rede varia muito pouco com o consumo específico. Parece antes ser uma característica da rede, que só se modificará se se alterarem os hábitos locais da população. Com efeito, notamos que, para um aumento específico de 357 kWh para 1 137 kWh o factor de carga passou apenas de 34 % para 39 %; noutras redes, verificam-se os seguintes resultados:

Consumo específico	Factor de carga
228	31,2 %
323	32,5 %
159	22,4 %
226	24,9 %
199	22,7 %
273	23,2 %
201	23,5 %
228	24 %

Em reforço da afirmação acima feita faz-se notar que para consumos específicos iguais — 228 kWh — em redes diferentes, os factores de carga são respectivamente 31,2 % e 24 %; e ainda, numa rede, ao passo que ao consumo específico de 228 kWh corresponde um factor de carga de 31,2 %, ao consumo específico de 273 kWh noutra rede corresponde um factor de carga menor e igual a 23,2 %.

Temos por consequência a convicção que o factor de carga duma rede varia muito lentamente, sendo um elemento sensìvelmente constante que a define e caracterisa.

7 — Por despesas de exploração entendemos todos os encargos provenientes da exploração da rede (industriais e administrativas) excluindo a aquisição de energia em alta tensão. É extremamente difícil estabelecer uma lei de evolução destas despesas, porque dependem de inúmeros factores que actuam em sentido divergente.

Os dados estatísticos existentes são difìcilmente comparáveis porque a profunda alteração das condições económicas provenientes da guerra introduziu novos elementos qua falseiam quaisquer conclusões que porventura se queiram tirar da sua observação.

Um exame profundo e cuidadoso que incidiu sobre três distribuições de tipo diferente — uma puramente urbana, outras duas semi-urbanas, a primeira com predomínio urbano e a segunda com predomínio rural — permitiram-nos concluir que, dentro de certos limites não muito afastadas e na hipótese da não alteração das condições económicas gerais, se verifica uma permanência dos encargos específicos por consumidor, isto é, a entrada de novas consumidoras trás consigo um acréscimo de despesas, constante e igual por cada nova ligação à rede. É claro que esta circunstância só se verifica num período de tempo longo, porque instantâneamente haverá discontinuidades apreciáveis na curva específica da despesa, que será na realidade em forma de dente de serra.

Quanto a valores absolutos, nada se pode dizer: depende do tipo da rede, das condições económicas locais, da maior ou menor eficiência dos serviços, etc. O valor a adoptar será por consequência uma caraterística da distribuição que se pretender estudar.

8 — A energia adquirida em alta tensão, para ser distribuida em baixa tensão, será tarifada por uma fórmula tipo binómio da estrutura

$$aP + bc$$

em que a e b são as taxas de potência e de energia, P a ponta máxima registada no ano e c o consumo anual.

O preço médio unitário é

$$p = \frac{a}{U} + b$$

sendo U a utilização média anual da ponta P; sendo f o factor de carga, podemos ainda definir o preço unitário pela expressão

$$p = \frac{a}{8.760\,f} + b$$

Como já dissemos, o factor de carga é uma característica da rede, isto é, uma constante dentro de certos limites e portanto *concluimos que o preço médio de aquisição da energia em alta tensão é também constante.*

As perdas são variáveis com o tipo de rede, com a sua extensão e com os cuidados havidos na sua conservação. Incluindo as perdas de transformação, podemos admitir que o valor total está compreendido entre 15 % e 20 % da energia vendida.

9 — O valor do capital imobilizado na rede, e por consequência os encargos financeiros, sobem à medida que se vão ligando novos consumidores e que aumenta o consumo.

Para cada tipo de rede, e em face dos elementos estatísticos existentes, pode-se conhecer o seu valor por kW da ponta atingida, pois parece ser esse o melhor elemento de referência: com efeito, este parâmetro, sendo simultâneamente função do número de clientes e do seu consumo específico, reflecte com muita aproximação a capacidade da rede e por consequência o seu valor.

Admitimos a hipótese que o aumento do valor total é contínuo, isto é, que a ligação de cada novo cliente ou o aumento do seu consumo específico trazem sempre consigo um incremento no valor da rede: a realidade é diferente, pois as redes têm determinada capacidade, que só se amplia por degraus, e à medida que se vão saturando as suas diversas secções. No entanto, em rede suficientemente extensa, a própria diversidade de cargas cria aumentos distribuidos no tempo e no espaço, que, adicionando-se sucessivamente, acabam por criar uma curva contínua em períodos de tempo relativamente longos. E convém ainda notar que o valor por kW será normalmente mais elevado para consumos específicos menores, em que a rede se encontra ainda folgada.

No entanto, como se pretende fomentar consumos, não convém considerar de início valores muito altos porque íamos agravar o preço de custo do kWh; tira-se melhor resultado admitindo que a rêde se adapta a todo o momento à carga que lhe é solicitada: a partir dum determinado consumo específico, variável com o tipo e características da rêde, alcançamos o valor normal, que depois se mantem; quer isto dizer que o valor da rêde para consumos específicos baixos será inferior à realidade.

Ao valor da rede, para cada regimen, e para o cálculo dos encargos financeiros, aplica-se as taxas de reintegração e juro que forem consideradas convenientes.

10 — E agora é fácil determinar a expressão analítica da curva de despesas em função da energia vendida.

Representemos por:

n = número de clientes
P = ponta máxima de carga atingida na rede
x = energia vendida
e = consumo específico
U = utilização da ponta
A = despesa específica por consumidor
B = taxa de energia (incluindo as perdas) na fórmula tarifária para aquisição em alta tensão
C = taxa de potência (incluindo as perdas) na fórma tarifária acima referida
D = encargos financeiros por kW de ponta atingida.

Temos então:

$$D = An + Bx + (C + D)\,P$$

em que

An representa as despesas de exploração
$Bx + CP$ representam as despesas de aquisição de energia
DP representa os encargos financeiros

Se notarmos que $n = \frac{x}{e}$ e que $P = \frac{x}{U}$

Temos

$$D = \left(\frac{A}{e} + B + \frac{C + D}{U}\right) x$$

e portanto o preço marginal é

$$\delta = \frac{dD}{dx} = \frac{A}{e} + B + \frac{C + D}{U}$$

Nesta equação, A, B, C, D e U são constantes; apenas e, consumo específico, é variável, donde se conclui que a curva do preço marginal é decrescente.

O preço médio de custo será

$$W = \frac{A}{e} + B + \frac{C + D}{U} = \delta$$

isto é, para as hipóteses consideradas, o preço médio de custo será igual ao preço marginal: a venda ao preço marginal não trará por consequência qualquer déficit, havendo equilíbrio entre as receitas e as despesas.

11 — Determinemos agora os preços marginais para as diversas tarifas a seguir consideradas:

a) Iluminação particular e uso domésticos.
Como a energia pode ser usada a qualquer hora, sem limitação, conlui-se que a curva de despesas é a curva geral e o preço marginal δ_1, será igual a δ, isto é

$$\delta_1 = \delta = \frac{A}{e} + B + \frac{C + D}{U}$$

b) Iluminação pública.
Não tem encargos de clientes; tem porém encargos de potência, porque incide na hora de ponta (na suposição dum diagrama normal).

A curva de despesa será

$$D_2 + \left(B = \frac{C + D}{U}\right) x$$

e portanto o preço marginal será

$$\delta_2 = B + \frac{C + D}{U}$$

e é portanto constante.

c) Força motriz (fora da hora da ponta).
Não tem encargo de potência; a curva de despesas

$$D_3 = \left(\frac{A}{e} + B\right) x$$

e portanto o preço marginal

$$\delta_3 = \frac{A}{e} + B$$

é decrescente.

d) Aquecimento de água por acumulação em horas mortas (exige contador de tarifa dupla).
Não tem encargo de clientes (porque se verifica em clientes já existentes) nem encargo de potência. A curva de despesas será

$$D_4 = Bx$$

e o preço marginal

$$\delta_4 = B$$

é constante.

12 — A curva de procura será estabelecida por comparação com outras curvas existentes.

O seu traçado é muito importante, porque será o ponto de intersecção desta curva com a curva de preço marginal total que nos indicará o preço médio de venda e o consumo correspondente: vender acima deste preço, como já dissemos, equivale a limitar o consumo; vender abaixo, corresponde a criar uma situação deficitária para o distribuidor.

É muito difícil definir uma curva de consumo que apresente foros de exactidão: com efeito, a única experiência feita em Portugal em larga escala e cujos resultados são conhecidos, refere-se à distribuição do Porto, com tarifas nìtidamente desactualizadas que conduzem a preços irrisórios. O aumento do consumo deste mercado, acompanhando a degressão do preço de venda, tem por consequência um significado restrito, porque o valor de apreciação do consumidor é falseado por ter à sua disposição uma mercadoria por preço inferior ao seu valor real.

Todas as hipóteses que se possam fazer carecem por consequência da base, e por isso, no exemplo numérico que a seguir apresentamos, indicamos a curva de consumo como simples demonstração, sem querer com isso significar que admitimos a realidade dos números que representam a energia consumida em função dos preços médios de venda.

13 — Determinado o preço médio de venda pela intersecção entre as curvas de preço marginal δ e a curva de procura p, temos de determinar as tarifas de forma que conduzam a um equilíbrio entre as receitas e as despesas. Assim, se representarmos por W_1 W_2 W_3 e W_4 e por x_1 x_2 x_3 e x_4 os preços médios de venda e os consumos de energia das tarifas para iluminação particular e usos domésticos (tarifa 1) para iluminação pública (tarifa 2) e para força motriz (tarifa 3) e para aquecimento por acumulação (tarifa 4) tem de se verificar a igualdade

$$W_1 x_1 + W_2 x_2 + W_3 x_3 + W_4 x_4 = Wx$$

Se vendessemos a energia aos preços marginais δ_1 δ_2 δ_3 e δ_4 verifica-se fàcilmente que

$$\delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \delta_3 x_3 + \delta_4 x_4 < Wx$$

Para se obterem os preços W_1 W_2 W_3 e W_4 temos por consequência de multiplicar os preços marginais por um coeficiente k determinado pela igualdade

$$k = \frac{Wx}{\delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \delta_3 x_3 + \delta_4 x_4}$$

e os preços médios de venda em cada uma das tarifas serão

$$W_1 = k\,\delta_1$$
$$W_2 = k\,\delta_2$$
$$W_3 = k\,\delta_3$$
$$W_4 = k\,\delta_4$$

Para a determinação de k temos de arbitrar à priori uma certa repartição entre cada uma das classes de consumo, o que se consegue por comparação com casos análogos.

Uma vez obtidos os preços médios, temos de determinar os preços de cada um dos escalões, para o que se torna necessário arbitrar também determinadas relações entre elas e adivisão do consumo em cada um deles; para isso temos de recorrer, com oanteriormente, a elementos estatísticos existentes.

14 — Vamos agora apresentar um exemplo numérico de aplicação.

Novamente queremos fazer notar que os valores que vamos adoptar representam simples ordens de grandeza, algumas vezes certamente bem afastados da realidade, porque

nos faltaram as fontes estatísticas que nos permitissem colher elementos em quantidade tal que o valor médio obtido sofresse um erro pequeno. O exemplo apresentado servirá por consequência apenas como norma de cálculo e permitir-nos-á de certo modo conhecer o andamento das curvas de despesa total, de preço marginal e de procura, e os valores relativos dos preços em cada uma das tarifas.

Admitimos as seguintes hipóteses:

a) O número de clientes regista um aumento médio anual de 5 %;
b) O consumo específico regista um aumento médio anual de 10 %;
c) Trata-se duma rede já existente, tipo aérea, com 5 000 clientes, e um consumo específico médio anual de 200 kWh, isto é, não há pràticamente aplicação de energia para usos domésticos.

Como características da rede, temos:

Factor de carga	25 %
Despesa específica de exploração	A = 130$00
Encargo de energia (incluindo perdas)	B = $43,41
Encargo de potência (incluindo perdas)	C = 600$00
Valor da rede por kW da ponta máxima para consumo específico superior a 500 kWh	4 000$00
Encargos financeiros	D = 400$00
Perdas em relação à venda	18 %
Taxa de juro	7 %
Taxa de reintegração	3 %

Como vimos, a curva de despesas é da forma

$$D = \left(\frac{A}{e} + B + \frac{C + D}{U}\right) x$$

em que *e* representa o consumo específico e x a energia vendida.

Para os valores indicados temos:

$$D = \left(\frac{130}{e} + 0{,}4341 + \frac{600 + 400}{0{,}25 \times 8760}\right) x = \left(\frac{130}{e} + 0{,}8907\right) x$$

a curva do preço marginal total ou do preço médio de custo

$$W = \delta = \frac{130}{e} + 0{,}8907$$

No quadro I inscrevemos os elementos necessários para o traçado das curvas D, δ e p, que estão representadas na fig. 1.

Verifica-se que a intersecção entre as curvas δ e p se dá para um valor

$$p = \delta = W = 1\$087$$

e um consumo específico

$$e = 668 \text{ kWh}$$

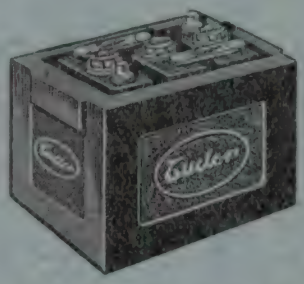
correspondente a um consumo total x

$$x \cong 6 \times 10^6 \text{ kWh}$$

Tudor

BATERIAS DE ARRANQUE

Tudor



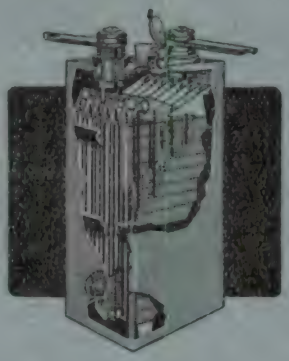
PARA: AUTOMÓVEIS
TRACTORES
CAMIÕES
BARCOS
ETC.

15 ANOS DE BOA FABRICAÇÃO EM PORTUGAL

BATERIAS SAFT ALCALINAS

PARA:

TELEFONES — TELÉGRAFOS
RÁDIO-RECEPTORES
ILUMINAÇÃO DE SOCORRO
CAMINHOS DE FERRO
CENTRAIS ELÉCTRICAS
SUB-ESTAÇÕES
AERODINAMOS — LABORATÓRIOS
APARELHAGEM MEDICINAL



SOCIEDADE PORTUGUESA DO ACUMULADOR TUDOR

AVENIDA FONTES PEREIRA DE MELO, 12 —— TELEF. 5 1947

LISBOA

SAFT

HIDRO-ELÉCTRICA DO ZÊZERE

S. A. R. L.

Avenida Sidónio Pais, 24 — LISBOA

Concessionária do aproveitamento hidro-eléctrico do Rio Zêzere

Descarga de fundo da margem direita da Barragem de Castelo do Bode

ESCALÕES DE:

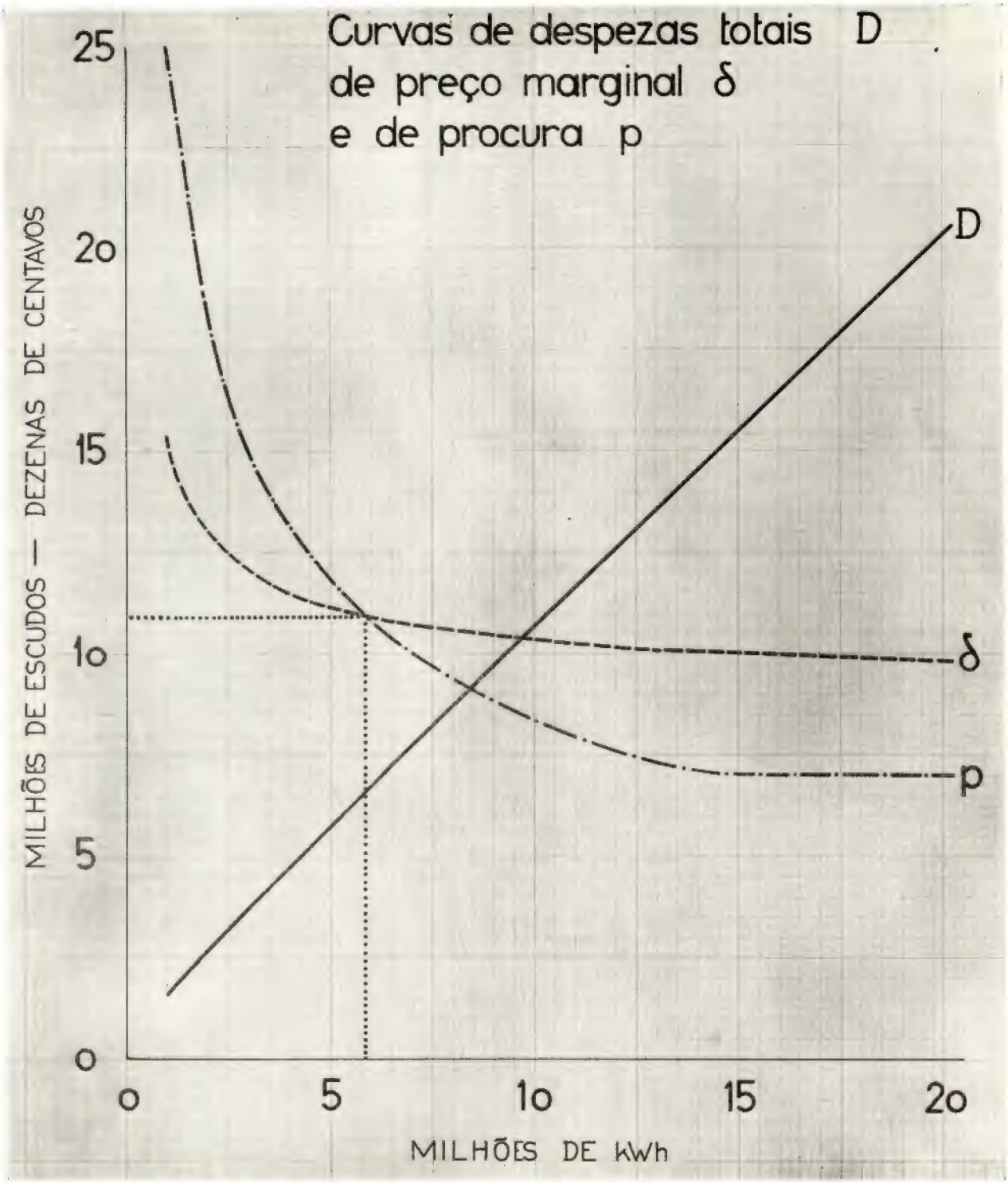
Castelo do Bode	**: 300**	milhões kwh de energia permanente anual (sem o Cabril) (e 380 milhões de kwk com o Cabril).
Cabril	**: 190**	milhões kWh de energia permanente anual.
Bouçã	**: 110**	milhões kWh de energia permanente anual.
Constância	**: 20**	milhões kWh de energia permanente anual.

Capital accionista: 300.000 contos

Capital obrigacionista: 254.000 contos

QUADRO I

Número de consumidores n	Consumo específico e kWh	Energia vendida x 10^6 kWh	Energia adquirida 1,18 x 10^6 kWh	Valor da rede milh. esc.	Despesas de exploração milh. esc.	Encargos financeiros milh. esc.	Depesas de aquisição de energia milh. esc.	Despesas totais D milh. esc.	Preço marginal δ Escudos	Preço de venda p
5 000	200	1 000	1 180	2 150	650	215	708	1 573	1$541	2$50
5 250	220	1 155	1 362	2 487	682	248	817	1 747	1$481	
5 512	242	1 333	1 572	2 870	716	287	943	1 946	1$428	
5 787	266	1 539	1 816	3 316	752	331	1 089	2 172	1$379	
6 076	292	1 774	2 093	3 820	789	382	1 255	2 426	1$336	
6 379	321	2 047	2 415	4 410	829	441	1 449	2 719	1$295	
6 697	353	2 364	2 789	5 094	870	509	1 673	3 052	1$259	
7 031	388	2 728	3 219	5 879	914	587	1 931	3 432	1$226	
7 382	426	3 144	3 709	6 774	959	677	2 225	3 861	1$196	
7 751	468	3 627	4 279	7 815	1 007	781	2 567	4 356	1$169	1$37
8 138	514	4 182	4 934	9 011	1 057	901	2 960	4 918	1$143	
8 544	565	4 827	5 695	10 400	1 110	1 040	3 417	5 567	1$121	
8 971	621	5 570	6 572	12 003	1 166	1 200	3 943	6 309	1$100	
9 419	683	6 433	7 590	13 862	1 224	1 386	4 554	7 164	1$081	
9 889	751	7 426	8 762	15 900	1 286	1 590	5 257	8 133	1$064	$97
10 383	826	8 576	10 119	18 482	1 349	1 848	6 071	9 268	1$048	
10 902	908	9 899	11 680	21 330	1 417	2 133	7 008	10 558	1$034	
11 447	998	11 424	13 480	24 620	1 488	2 462	8 088	12 038	1$021	
12 019	1 097	13 184	15 557	28 414	1 562	2 841	9 334	13 737	1$009	
12 619	1 206	15 218	17 957	32 798	1 640	3 279	10 774	15 693	$999	$70
13 249	1 326	17 568	20 730	37 863	1 722	3 786	12 438	17 946	$989	
13 911	1 458	20 282	23 932	43 713	1 808	4 371	14 359	20 538	$980	



15 — Os preços marginais parciais para este consumo são, respectivamente

Iluminação particular e usos domésticos	$\delta_1 = 1\$08,7$
Iluminação pública	$\delta_2 = \$89,07$
Força motriz	$\delta_3 = \$62,87$
Aquecimento por acumulação	$\delta_4 = \$43,41$

Vamos admitir a seguinte repartição entre as diversas classes de consumo:

Iluminação particular e usos domésticos	50 %
Iluminação pública	10 %
Força motriz	30 %
Aquecimento por acumulação	10 %

O coeficiente k será então definido pela expressão

$$k = \frac{1{,}087}{0{,}5 \times 1{,}087 + 0{,}1 \times 0{,}8907 + 0{,}30 \times 0{,}6287 + 0{,}10 \times 0{,}4341} = \frac{1{,}087}{0{,}8646} = 1{,}257$$

e portanto os preços médios deverão ser:

$$W_1 = 1{,}257 \times 1{,}087 = 1\$36{,}6$$
$$W_2 = 1{,}257 \times 0{,}8907 = 1\$12$$
$$W_3 = 1{,}257 \times 0{,}6287 = \$79$$
$$W_4 = 1{,}257 \times 0{,}4341 = \$546$$

Examinemos mais em pormenor a tarifa para iluminação particular e usos domésticos.

Vamos estabelecer as seguintes relações entre os preços dos diversos escalões

$$\frac{1.^{\circ}\ \text{escalão}}{3.^{\circ}\ \text{escalão}} = 6$$

$$\frac{1.^{\circ}\ \text{escalão}}{2.^{\circ}\ \text{escalão}} = 2$$

e admitir que para o consumo específico referido a repartição entre os diversos escalões é a seguinte:

1.° escalão	20 %
2.° escalão	10 %
3.° escalão	70 %

Fácil é agora determinar os preços de cada escalão.

$$p_1 = \frac{1{,}366}{0{,}20 + \frac{0{,}10}{2} + \frac{0{,}70}{6}} = 3\$72$$

$$p_2 = \frac{3{,}72}{2} = 1\$86$$

$$p_3 = \frac{3{,}72}{6} = \$62$$

Isto é, para o exemplo feito e para as hipóteses adoptadas, os preços da tarifa para iluminação particular e usos domésticos seriam respectivamente

1.° escalão	3$70
2.° escalão	1$85
3.° escalão	$60

16 — É indispensável não atribuir a estes resultados um significado diferente daquele que realmente possuem e que foram deduzidos ùnicamente para exemplificar um método de cálculo. Os diversos elementos que formam o preço de custo, e em especial o preço de aquisição da energia em alta tensão, têm uma influência fundamental nos resultados atingidos; este último preço, para o exemplo apresentado, representa, só por si, cerca de 65 % do custo médio. Quer isto dizer que uma baixa neste preço de aquisição refletir-se-ía imediatamente e de maneira sensível no preço marginal. A divisão do consumo entre as diversas classes, e dentro de cada aplicação entre os diversos escalões, tem também importância considerável.

Dentro das premissas estabelecidas como base de cálculo existe uma que merece ser novamente considerada, pela influência que pode ter no valor do preço marginal; referimo-nos ao factor de carga da rede.

Dissemos, e os elementos estatísticos em nosso poder parecem confirmá-lo, que o factor de carga era, de certo modo, uma característica da rêde, constante para a invariabilidade das condições locais.

Reputamos de maior interesse a realização dum estudo profundo nesse sentido, colhendo-se grande número de elementos estatísticos, a fim de se definir se a lei estabelecida corresponde ou não à realidade do fenómeno.

Porém, de qualquer forma, desde já podemos afirmar que uma tarificação racional, concedendo preços especiais para horas mortas (como consideramos no exemplo feito) e agravando os encargos na hora da ponta, pode originar uma alteração substancial no diagrama de carga da rede, melhorando a utilização e contribuindo assim para reduzir o preço de aquisição de energia em alta tensão e portanto os preços marginais.

Assim, por exemplo, se o factor de carga de rede, por estes motivos, passasse de 25 % para 30 %, os preços dos escalões, em igualdade das restantes condições, seriam já 3$40, 1$70 e $57.

Se a relação entre o primeiro e o terceiro escalão fosse 5, em vez de 6, os valores dos escalões seriam, respectivamente 3$20, 1$60 e $64.

Todos estes aspectos devem ser considerados atentamente, ao querermos definir os valores de cada tarifa: neste problema, como em todos os outros que o engenheiro tem de resolver, as soluções matemáticas podem conduzir a um fracasso económico se não tiver havido cuidado na recolha dos elementos base, bom senso na fixação das hipóteses, espírito crítico na apreciação dos resultados.

17 — Todo o estudo feito, todas as considerações aduzidas, se basearam na hipótese duma permanência de condições económicas que infelizmente se não verifica.

Os valores obtidos devem por consequência ser corrigidos em função dos diversos elementos que os constituem e que influem nas seguintes proporções (para as hipóteses consideradas)

Aquisição de energia em alta tensão			40 % a 70 %
Encargos financeiros			20 %
Despesas de exploração	Pessoal	28 % a 7 %	
	Outras	12 % a 3 %	40 % a 10 %

Por consequência, uma vez fixado o valor das diversas tarifas, deve-se averiguar a influência de cada um dos elementos constitutivos no preço de custo, a fim de se estabelecer a fórmula de correcção que corresponde à tarifa adoptada.

Lisboa, 20 de Fevereiro de 1951.

25 ANOS DE RADIOELECTRICIDADE

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (I. S. T.) MANUEL AMARO VIEIRA
Antigo Administrador da «Técnica»

C. D. 621.396

Ao comemorar-se o 25.º ano de publicação da «Técnica» solicita-me a sua Direcção que relate a evolução da radioelectricidade durante o período decorrido de vida da revista. Pelos laços morais que me prendem à «Técnica» entendi não dever esquivar-me a prestar a colaboração pedida, muito embora atentasse nas dificuldades que a satisfação de tal pedido inevitàvelmente acarretaria.

Com efeito, pretender-se analisar o desenvolvimento da radioelectricidade nos últimos cinco lustros equivale, quase, a fazer a história de todo o desenvolvimento da radiotecnia. E sendo este o ramo da técnica que maior incremento sofreu na nossa época, no qual as melhorias, as invenções e as aplicações são dia a dia mais numerosas e às vezes, até, desconcertantes, o objectivo não pode necessàriamente atingir-se em todos os seus pormenores, antes ser-se-á forçado a limitar, por dificuldades de espaço, e até de tempo, ou por insuficiência de dados, o âmbito da descrição.

Falar da radioelectricidade e das suas aplicações obriga, também, a abordar a técnica electrónica. De facto, o desenvolvimento da radioelectricidade foi possível mercê do aparecimento da lâmpada termiónica e durante certo período a electrónica foi, por assim dizer, um ramo acessório, embora fundamental, da radioelectricidade.

A versatilidade da lâmpada termiónica depressa permitiu a sua aplicação a muitos outros campos diferentes do da radioelectricidade, tornando possível, pelo desenvolvimento dos princípios, a constituição de uma nova divisão da técnica que hoje representa instrumento indispensável em quase todos os ramos das ciências puras e aplicadas.

A radioelectricidade, isto é, tudo o que se relaciona com o emprego das ondas hertzianas, pode hoje, pelo seu desenvolvimento em ritmo avassalador, considerar-se como já dividida em duas técnicas distintas. A primeira e a mais antiga abrange as radiocomunicações, entendidas estas como a transmissão, por via radioeléctrica, de quaisquer formas de escritos, imagens ou sons, ou, de modo ainda mais geral, de todos os aspectos das comunicações de relação do homem. A segunda, também já antiga, mas cujo maior desenvolvimento se verificou durante e após a segunda guerra mundial, constitui a radiolocalização e, como o seu nome indica, destina-se a efectuar a localização de objectos por via radioeléctrica.

Posto, assim, em linhas gerais o panorama do problema que nos ocupa, tentaremos, dentro das grandes divisões atrás enunciadas, esboçar os mais importantes aspectos do desenvolvimento verificado nos vinte e cinco anos que acabam de decorrer.

1a — LÂMPADAS TERMIÓNICAS

A lâmpada termiónica é um instrumento que permite as mais variadas aplicações e aquele que, em grande parte, tem condicionado a radioelectricidade, no aspecto da sua utilização. Nascida das experiências de Edison em 1883, muito embora já em 1873 Guthrie, e em 1882 e 1889 Elster e Geitel, tenham efectuado experiências que vieram contribuir para o conhecimento de certos fenómenos relacionados com ela, só em 1904

Fleming, conhecedor dos estudos de Preece em 1 884, tira a primeira patente de aplicação da lâmpada termiónica à radioelectricidade, como detectora de emissões radiotelegráficas.

É essa lâmpada, a lâmpada de Fleming, cujo comportamento melhor se compreende e cuja construção mais se aperfeiçoa com os trabalhos de Richardson (1 901) e Wehnelt (1 903), que vem permitir a Lee de Forest, em 1 907, criar o triódio e com ele dar à radioelectricidade as inúmeras possibilidades do seu desenvolvimento.

O audion de Lee de Forest é a pedra sobre a qual é possível construir um ramo totalmente novo da ciência aplicada, do qual se destaca em primeiro lugar o capítulo das comunicações de relação. E é por meio dela que se torna possível a telefonia por fios a grande distância e se pode efectuar a radiotelefonia.

Em vez de emissores radioeléctricos constituídos fundamentalmente por arcos de Poulsen ou por alternadores Goldschmidt ou Alexanderson, surgem os emissores de lâmpadas e em 1 915 consegue-se transmitir a voz humana de Arlington para Paris e para Honolulu utilizando um emissor de 300 lâmpadas termiónicas de 25 watts cada.

Deixando de lado a evolução dos sistemas anterior a 1 925, anotemos que em 1 913 Langmuir apresenta a primeira patente de uma lâmpada tetródio, com duas grelhas, que constitui a antiga bigrelha já hoje pràticamente abandonada. Só em 1 919 Schottky e Barkhausen sugerem a utilização da segunda grelha como blindagem electrostática entre a grelha de comando e a placa, criando assim a hoje tão espalhada lâmpada de grelha de blindagem.

Apesar disso, 1 925 surge existindo apenas, no campo prático, o diódio ou kenotron, utilizado fundamentalmente como rectificador de corrente alternada para fins de alimentação eléctrica dos sistemas, e o triódio, com potência de dissipação admissível já apreciável.

Só em 1 928 o tetródio de grelha de blindagem começa a ter utilização corrente e com ele se simplifica a construção e se melhoram as qualidades dos aparelhos receptores. Paralelamente, desenvolvem-se os tipos análogos de lâmpadas de emissão e nesse ano encontram-se já tetródios de grelha de blindagem para uma dissipação anódica de 750 watts (a lâmpada UX 852).

Multiplicam-se desde então sucessivamente os tipos de lâmpadas, em que as características variam de tipo para tipo, surgem os pentódios e procura-se obter lâmpadas de emissão com potências admissíveis de dissipação cada vez maiores. Melhoram-se os sistemas e começa a adoptar-se a amplificação em classe B e em classe C.

Em 1 930 encontramos já lâmpadas que permitem uma saída de 100 kW. É nesse mesmo ano que surgem as primeiras lâmpadas tetródio de inclinação variável (tipos 550 e 551) que vêm permitir a aplicação racional do comando automático de volume nos sistemas receptores, cujo princípio data de 1 923 e do qual existe uma primeira patente inglesa de 1 925.

Por outro lado surgem também as lâmpadas rectificadoras de vapor de mercúrio, das quais, em 1 935, verificamos a existência de tipos capazes de transformarem potências da ordem dos 500 kW.

Em 1 934 aparecem as primeiras lâmpadas receptoras de construção inteiramente metálica, com o objectivo de resolver o problema da fragilidade da lâmpada de vidro. Nos anos subsequentes esse tipo de lâmpada atinge o seu apogeu mas não consegue destronar a de vidro, de muito mais barata construção, e perde grande parte da sua voga.

Em 1 938 surgem as lâmpadas amplificadoras de potência do tipo 6L6, em que os electrões caminham, no espaço placa-catódio, sob a forma de feixes; com essa lâmpada, destinada fundamentalmente a audifrequência, procura obter-se uma melhor qualidade de reprodução aliada às vantagens dos pentódios e tetródios no que se refere às exigências de excitação. Melhoram-se também a construção e as condições de funcionamento das lâm-

padas de múltiplas grelhas utilizadas como conversoras de frequência, ao mesmo tempo que se diminui os ruídos próprios das lâmpadas.

A lâmpada termiónica normal atinge assim um desenvolvimento tal que, nos anos subsequentes, há que observar apenas a melhoria da sua construção e o aparecimento sucessivo de vários tipos, obedecendo aos princípios já então clássicos e, consequentemente, sem trazerem qualquer modificação desses mesmos princípios.

No capítulo das lâmpadas de emissão assiste-se, por alturas de 1 939, ao desenvolvimento da tendência de substituir o arrefecimento dos anódios por água pelo arrefecimento por circulação de ar.

E enquanto que na América os limites máximos impostos à potência dos emissores de radiodifusão vem suspender os estudos de lâmpadas cada vez maiores, o problema continua a ser considerado na Europa e culmina, já no corrente ano, por virtude da alteração das condições, com o fabrico na América de uma lâmpada capaz de fornecer uma potência de 1 000 kW.

Inversamente, as necessidades da segunda guerra mundial trouxeram consigo a imposição de reduzir ao mínimo o espaço ocupado pela aparelhagem. No que se refere às lâmpadas termiónicas normais, aparecem então os tipos miniatura, construídos especialmente para os detonadores de aproximação dos projécteis, lâmpadas essas que medem aproximadamente $2{,}5 \times 1 \times 0{,}6$ centímetros. Essas lâmpadas — triódios, tetródios e pentódios — apresentam uma construção excepcionalmente robusta de modo a poderem suportar as tremendas acelerações a que são sujeitas, nas granadas que elas equipam.

A miniaturização, porém, prossegue, e ùltimamente, ainda no domínio laboratorial, se construíram lâmpadas cujas dimensões se podem comparar às de um grão de arroz.

Entretanto, em 1 949, aparece um novo elemento, o transistron, que pelo seu desenvolvimento poderá vir a substituir, em muitos casos, a lâmpada termiónica. Obtêm-se já, com eles, potências de saída da ordem dos 200 miliwatts e alcançam-se ganhos de 17 decibels por andar amplificador em frequências até 10 Mc/s.

1 b — LÂMPADAS PARA ULTRA-ALTAS FREQUÊNCIAS

A técnica radioeléctrica, à medida que se desenvolvia no domínio das ondas decamétricas e superiores, procurou explorar as possibilidades das frequências mais elevadas, tanto mais que os resultados que essas frequências poderiam dar se apresentavam e apresentam cada vez mais prometedores.

A utilização das lâmpadas normais ràpidamente se verificou impossível, dadas as limitações que o tempo de trânsito dos electrões ou a redução das dimensões físicas dos circuitos externos põem ao valor superior da frequência.

Dois caminhos de desenvolvimento se apresentaram então: a utilização do magnetrão, tipo de lâmpada inventada qor Hull em 1 921, e o emprego dos osciladores do tipo de Barkhausen-Kurz (1 920) e de Gill-Morrell (1 922); paralelamente, e por virtude do pequeno rendimento destes tipos de osciladores, especialmente dos dois últimos, procurou-se modificar o tipo de construção das lâmpadas normais, de maneira a que se pudessem utilizar em frequências mais elevadas.

O magnetrão sofre aperfeiçoamentos que levam ao tipo de anódio bipartido.

Em 1 935, Burnside e Salzberg descrevem e constróem as primeiras lâmpadas do tipo bolota, e no mesmo ano Fay e Samuel apresentam lâmpadas do tipo Barkhausen-Kurz que permitem obter uma potência da ordem dos 15 watts a 200 Mc/s. Em 1 937, o mesmo Samuel obtém uma melhoria sensível com essas lâmpadas atingindo a mesma potência a 500 Mc/s.

Nesse mesmo ano são já utilizadas lâmpadas arrefecidas por água que fornecem potências de 6 kW a 50 Mc/s.

O magnetrão continua, porém, a ser objecto de estudos aturados e em 1 938 é possível produzir oscilações com a frequência de 61 000 Mc/s, embora de pequeníssima potência. Criam-se os magnetrões de anódio multipartido (até 12 segmentos) que permitem produzir, a frequências da ordem dos 2 000 Mc/s, potências de 20 watts, com um rendimento de 50 %.

Nesse mesmo ano constrói-se um tetródio do tipo de feixe com o qual se obtém uma potência de 22 watts e 150 Mc/s.

O ano de 1 939 conduz a progressos decisivos nas lâmpadas a utilizar para frequências muito elevadas. Em 1 935 Heil demonstrou a possibilidade de variar a velocidade de grupos de electrões no interior das lâmpadas. Apenas quatro anos passados surge a aplicação do princípio efectuada por Varian, Hahn, Metcalf e Haeff, com a criação de vários tipos de lâmpadas de modulação de velocidade, no número das quais se contam os klystrons. Com os novos tipos de lâmpadas é possível construir amplificadores para frequências até 6 000 Mc/s e osciladores que fornecem 300 watts a 1 000 Mc/s.

Paralelamente continua o desenvolvimento do magnetrão, especialmente no Japão, onde Uda, Isida e Shoji, com um tipo especial que designam por «sentron», conseguem potências de 80 watts a 3 000 Mc/s, com um rendimento que chega a atingir 88 %.

Nas lâmpadas de tipo clássico, Haeff e outros constróem um tetródio de emissão que fornece 20 kW a 120 Mc/s.

Começam então a aparecer as cavidades ressonantes e os guiadores de ondas em substituição dos circuitos oscilantes de características eléctricas concentradas e dos condutores de ligação. Com esses elementos as instalações passam a apresentar o aspecto puro de uma canalização, perdendo toda a aparência de uma instalação eléctrica.

Surge com a guerra o radar ou, melhor designado, a detecção electromagnética, e com ela se põe a necessidade de novas lâmpadas cada vez mais potentes e capazes de funcionarem em frequências cada vez maiores. É então que surge o magnetrão ressonante ou de cavidades múltiplas, que permite potências de ponta de quase 1 000 kW em frequências que vão a mais de 10 000 Mc/s.

As necessidades militares exigem que se tomem contra-medidas para perturbar os serviços de detecção electromagnética do inimigo. Aparece então, devido a Sloan, o resnatron, um tetródio de construção especial com cavidades ressonantes, que permite obter uma potência em regime permanente de 50 kW à frequência de 600 Mc/s.

Os tipos de lâmpadas para frequências ultra-elevadas multiplicam-se enormemente e tornar-nos-iamos exageradamente extensos se tentássemos descrever sucintamente todos eles.

Aponte-se apenas que em 1 946, ano em que, como nos subsequentes, continua o aperfeiçoamento intensivo dos klystrons, faz a sua aparição o klystron reflexo e a lâmpada de onda progressiva (traveling-wave) a qual leva à construção simples de amplificadores para frequências da ordem de 4 000 Mc/s, com a particularidade de permitirem a transmissão de uma faixa de frequências com a enorme largura de 800 Mc/s. Em 1 948, porém, consegue-se já elevar esse número para 1 400 Mc/s.

Acrescente-se ainda que o desenvolvimento da radiodifusão por modulação de frequência e da televisão levaram à construção de lâmpadas emissoras de potências cada vez maiores, de modo a tornar possível instalações emissoras com potências da ordem dos 50 kW.

2 — RADIOCOMUNICAÇÕES

As experiências de Hertz em 1 889 que vieram demonstrar a possibilidade das radiocomunicações, e as experiências subsequentes de Marconi, em 1 896, foram efectuadas

com frequências extremamente elevadas. Por curioso paradoxo, simplesmente aparente, as primeiras aplicações da radioelectricidade às comunicações foram efectuadas em frequências muito baixas, de algumas centenas, ou menos, de kc/s. O facto explica-se pelo conhecimento das condições de propagação que, então, levaram ao convencimento, por só se entrar em conta com a absorção em função da distância e não com reflexões na ionosfera, que as comunicações a grande distância seriam tanto mais fáceis quanto menor fosse a frequência empregada.

As frequências elevadas foram, assim, pràticamente deixadas no esquecimento por inúteis até que, só depois da primeira guerra mundial, e em face da possibilidade de concentrar a energia radiada num feixe tanto mais apertado quanto maior fosse a frequência, Marconi, efectuando uma série de experiências no seu célebre iate Elettra nos anos de 1 923 e 1 924, conclui pelas vantagens das ondas curtas para serviço a grande distância. Os resultados eram de tal modo encorajadores que se iniciaram imediatamente ensaios de transmissão da Inglaterra para o Canadá, América, Argentina, Austrália e Japão.

É em face daqueles ensaios que o governo inglês fixa, em 1 924, contrato apertadíssimo com a English Marconi Company para o estabelecimento de um serviço telegráfico em ondas curtas, entre a Inglaterra e os domínios ingleses.

O ano de 1 925 surge assim no domínio das radiocomunicações com a utilização apenas das ondas longas para serviço telegráfico, em que as instalações eram constituídas por alternadores ou por osciladores de lâmpadas directamente ligados aos sistemas radiantes. A radiotelefonia tinha pouco antes iniciado os seus primeiros passos.

O contrato inglês, prevendo estações com alimentação anódica de 20 kW das lâmpadas utilizadas como geradoras, previa a utilização de antenas direccionais que concentrassem a energia radiada num feixe com uma abertura total de 30 graus.

Em Novembro de 1 926 entrava em serviço o circuito Inglaterra-Canadá e em Agosto de 1 927 os restantes, depois de terem satisfeito durante os ensaios às exigentes condições de estabilidade de serviço que deles se exigia.

Aquelas experiências de Marconi e a construção da antena direccional de Franklin vieram abrir novos rumos às radiocomunicações permitindo o estabelecimento de uma imensidade de circuitos que, de outra forma, seriam pràticamente impossíveis.

Enquanto a radiodifusão progride nas ondas médias, vão-se estabelecendo de maneira rápida mais e mais circuitos nas ondas curtas, e aquela vai exigindo cada vez maiores potências.

O desenvolvimento faz-se então de forma impressionante.

A telegrafia, que se fazia por manipulação manual, a pequeníssima velocidade portanto, passa a utilizar sistemas automáticos, empregando o código Morse, como na telegrafia manual, mas em que as velocidades de manipulação sobem sucessivamente até valores que são apenas limitados por fenómenos resultantes da propagação. A tendência é de levar ao máximo o aproveitamento económico dos circuitos, e aquela velocidade de transmissão sobe a valores que, em óptimas condições de propagação, se cifram em alguns centos de palavras por minuto.

A transmissão telegráfica em código Morse cede mais tarde parte da sua importância em favor da transmissão por teleimpressor, em que a mensagem é directamente recebida em caracteres normais e pronta a ser entregue ao destinatário.

O sistema desenvolve-se acabando, já no corrente ano, por se estabelecer serviço directo entre assinantes que têm montados em sua casa teleimpressores, de modo a permitir a troca directa de mensagens entre eles através do Atlântico.

É pràticamente impossível fixar datas tão numerosas e constantes são os aperfeiçoamentos que se verificam.

A transmissão radioeléctrica por teleimpressor levanta o problema da necessidade de eliminar os erros de transmissão que resultam da existência dos ruídos atmosféricos,

que vão provocar alterações de letras na recepção. Por outro lado, e com a necessidade de aumentar a estabilidade dos circuitos e a sua economia reduzindo as repetições dos textos por motivos de falhas na recepção, começa a aplicar-se o princípio da transmissão telegráfica por variação de frequências, princípio cuja primeira patente data de 1 902.

O teleimpressor porém, exige mais e estabelecem-se sistemas (RCA) segundo os quais, modificando o código telegráfico dos teleimpressores, é possível não imprimir qualquer letra cuja recepção seja defeituosa, por não corresponder à letra emitida, e até obrigar a que o sistema transmissor volte automàticamente atrás para repetir a emissão da letra em falta tantas vezes quantas as necessárias para que esta seja perfeitamente recebida (Van Duuren).

Como a técnica avança na utilização de frequências mais elevadas, torna-se possível, em 1 934, o estabelecimento de cabos hertzianos em ultra-curtas, para vários canais simultâneos, telegráficos ou telefónicos. E assim surgem, entre outras, as ligações através da Baia de Massachussets, através da Mancha e do Canal de Bristol e entre Barcelona e a Maiorca.

A radiotelefonia, por outro lado, vem permitir o estabelecimento de serviço telefónico entre assinantes, desenvolvendo-se então sistemas especiais de segredo que tornam essas comunicações ininteligíveis a quem escute directamente a estação emissora respectiva.

Aplicam-se também circuitos radioeléctricos ao serviço fototelegráfico com óptimos resultados.

Na radiodifusão em ondas médias atinge-se, em 1 933, um ponto culminante com a montagem da famosa estação americana WLW de 500 kW, mais tarde desmontada por imposições legais.

É sensìvelmente por essa mesma data que se começa a desenvolver a aplicação das radiocomunicações para serviço entre postos fixos e viaturas, e que atinge maior expansão quando se passam a utilizar as ondas ultra-curtas.

Em 1 937 começam a surgir os primeiros emissores de radiodifusão com modulação de frequência, que correspondem à aplicação do princípio posto por Armstrong em 1 926. Esse sistema vem em seguida a ser consideràvelmente desenvolvido aproveitando a possibilidade de, para certas aplicações, se transformar fàcilmente a modulação de fase em modulação de frequência; surgem então as inúmeras utilizações para serviço móvel a curta distância, de que vêm beneficiar os serviços de polícia, bombeiros, caminhos de ferro e de um modo geral todos os sistemas de transporte.

O congestionamento cada vez maior do espectro radioeléctrico começa o impor a necessidade de reduzir ao mínimo a faixa ocupada por uma emissão. Por esse facto e por outros benefícios que ainda oferece, estabelece-se em 1 937 um circuito radiotelefónico utilizando a transmissão por faixa lateral única entre a Holanda e as Índias Orientais; em 1 938 inaugura-se o serviço transatlântico em idênticas condições. Deste modo, um mesmo emissor, ocupando a mesma faixa de frequências, pode transmitir uma comunicação diferente em cada uma das faixas laterais.

Desenvolvem-se consideràvelmente os cabos hertzianos em ondas ultra-curtas para a transmissão de uma muito larga faixa de frequências e que nos Estados Unidos têm a sua aplicação fundamental na interligação de estações emissoras de televisão. Esses mesmos cabos hertzianos, quando utilizados com aparelhagem acessória, vêm permitir o estabelecimento de múltiplas vias de comunicação telegráficas e telefónicas, entre pontos fixos. Este sistema teve incremento considerável durante a segunda guerra mundial, pela facilidade que trazia ao estabelecimento de circuitos indispensáveis à marcha das operações e, feita a sua aplicação às necessidades civis, encontra-se hoje em posição de, em certos casos, ser solução econòmicamente preferível à utilização de circuitos terrestres por fios.

Em 1 944, e mercê dos estudos feitos sobre cabos hertzianos, surge a aplicação de um tipo novo de modulação, a modulação de impulsos, e dentro dela aparecem três tipos

distintos — a de amplitude, a de largura e a de posição dos impulsos — aos quais se vem juntar em 1 946 o sistema de modulação por código de impulsos.

Caso curioso a apontar durante o período da segunda guerra mundial é o da nova importância que toma a utilização das ondas longas que, pelas possibilidades oferecidas pelas ondas curtas para comunicações a grandes distâncias, tinham perdido grande parte do seu interesse. Elas vêm a ser utilizadas como o meio de obter a maior estabilidade nas comunicações nas zonas das auroras, bem como nos sistemas de radionavegação. E assinale-se, nessa época, a existência de um emissor alemão de 1 000 kW, funcionando em frequência muito baixa, e destinado às comunicações com os submarinos a grande distância. Anote-se ainda, nesse período, a existência de um emissor de radiodifusão de ondas médias de 2 500 kW e de outros em ondas curtas de 500 e 800 kW.

Finalmente, não porque se tenha esgotado a descrição dos progressos feitos no domínio das radiocomunicações, mas porque importa não nos alargarmos exageradamente, anotemos a demonstração feita em 1 948 de um sistema, o ultrafax, que permite a transmissão de material escrito à velocidade de um milhão de palavras por minuto. É um sistema no qual se faz uso da técnica da televisão.

A ideia da televisão vem desde cerca de 1 875, quando Carey propôs o aproveitamento da célula de selénio descoberta dois anos antes. Só, porém, em 1 884, Nipkow sugeriu a divisão da imagem em elementos e a transmissão desses elementos por forma sucessiva, pela adopção do conhecido disco de Nipkow.

As dificuldades de iluminação que resultavam só foram vencidas pelos trabalhos de Zworykin, que o levaram a apresentar em 1 928 um pedido de patente para a exploração da imagem por um sistema baseado na lâmpada de raios catódicos e que culminaram em 1 933 com a sua realização do iconoscópio.

Foi o iconoscópio, por um lado, e as possibilidades de transmissão em ondas ultra-curtas, por outro, que vieram permitir o desenvolvimento considerável que a televisão tem sofrido nos últimos anos.

Antes da segunda guerra mundial encontravam-se já em funcionamento estações de televisão em Londres, Paris, Berlim e nos Estados Unidos da América, as quais, muito embora efectuando emissões regulares, funcionavam em regime puramente experimental.

Após a guerra verificou-se um desenvolvimento que talvez não tenha precedentes nas aplicações de radioelectricidade. Nos Estados Unidos o número de estações aumentou de modo considerável e a indústria de receptores de televisão passou, especialmente nos últimos dois anos, a ser uma das mais importantes naquele país.

Esse desenvolvimento considerável da televisão levou a reflexos apreciáveis no domínio da radiodifusão sonora, trazendo uma brusca perda de interesse pela radiodifusão por modulação de frequência.

Já depois da guerra a Inglaterra estabeleceu um novo serviço de televisão que vai sucessivamente alargando, e observa-se a montagem de estações em outros países.

Por outro lado, feita em 1 938 por Baird a primeira demonstração de televisão a cores, surgiram, especialmente na América do Norte, vários sistemas, dos quais os principais são o da Columbia Broadcasting System, o da Radio Corporation of America e o da Color Television Inc. Depois de inúmeras discussões sobre as vantagens e inconvenientes de cada um deles, as autoridades americanas resolveram, em Outubro passado, estandardizar o primeiro. O assunto, porém, parece estar longe de solução, dadas as reacções enormes que provocou.

Infelizmente, a televisão, sendo uma aplicação interessantíssima e constituindo um meio de cultura quase sem paralelo, exige dispêndio de avultadas quantias quer para instalação quer para exploração, o que não pode fàcilmente ser suportado por muitos países.

Acrescentemos, a estas breves notas, o desenvolvimento das lâmpadas reprodutoras da imagem, os kinescópios, no sentido de se obter imagens de dimensões cada vez maio-

res e que levou à possibilidade de fazer a projecção em ecran, o que permitirá a exploração de salas de televisão idênticas aos cinemas.

Não podemos terminar este capítulo sem fazer ligeiras referências às três partes fundamentais de sistema de radiocomunicações: emissores, receptores e antenas.

Quanto aos primeiros, o seu desenvolvimento, no aspecto puramente radioeléctrico, é consequência directa dos progressos verificados nas lâmpadas termiónicas. À parte estes, que se traduzem por uma construção mais simplificada e por um maior rendimento eléctrico global, há que apontar, especialmente para o caso dos emissores de radiodifusão de onda média de grande potência, o aparecimento de sistemas especiais de modulação de amplitude, sendo os mais importantes os de Chireix e de Doherty, tendentes a aumentar aquele mesmo rendimento global.

No aspecto puramente construtivo verifica-se a conveniência de efectuar o comando total dos emissores a distância, fazendo o seu arranque e a sua paragem, mudando o tipo de emissão e mesmo a frequência de funcionamento.

Quanto aos receptores observa-se o desenvolvimento de tipos para a utilização em frequências mais elevadas e a melhoria das qualidades dos receptores normais, tudo consequência do progresso verificado nas lâmpadas termiónicas. Mantém-se, porém, sem rival, o receptor super-heterodínio, cujo princípio data de 1 918 (Levy e Armstrong).

No que respeita aos sistemas de antenas a evolução é considerável e não seria possível descrevê-la, mesmo sucintamente, em ligeiras notas. Digamos apenas que, no domínio da radiodifusão em ondas médias, se adoptam antenas de tipo anti-desvanecimento que têm por fim, aumentando a radiação superficial e reduzindo a espacial, alargar a zona primária de serviço da estação, isto é, a zona na qual se não verificam fenómenos de desvanecimento.

Nas ondas curtas assiste-se, desde a antena de Marconi-Franklin, a que já nos referimos anteriormente, ao aparecimento de um sem número de antenas direccionais, todas elas procurando aumentar a radiação numa dada direcção, em prejuízo das restantes. Assim se conseguem antenas em que a potência aparente radiada na direcção previlegiada pode atingir um valor cerca de 30 vezes o da potência de saída do emissor.

A utilização das ondas ultra-curtas, quer para serviço omnidireccional quer para serviço entre pontos fixos, vem dar lugar, simultâneamente, ao aparecimento de um sem número de tipos de antenas tendentes a concentrar a energia radiada no plano horizontal, para o primeiro caso, ou num feixe de pequeníssima abertura, no segundo. Essas antenas, quando se atinge as frequências ultra-elevadas, culminam nas câmpanulas radiantes, que vêm trazer a semelhança da emissão radioeléctrica dirigida à emissão sonora dirigida, ou nos parabolóides reflectores, trazendo a semelhança à emissão luminosa dirigida.

3 — RADIOLOCALIZAÇÃO

A radiolocalização, na sua forma mais simples, é uma forma de utilização já antiga da radioelectricidade. Aplicada inicialmente à navegação marítima ela sofreu um enorme impulso por virtude da intensificação da navegação aérea, levando à criação de uma série de sistemas de radionavegação.

Por outro lado, as exigências militares durante a segunda guerra mundial criaram outros aspectos da radiolocalização que se classificam sob a designação de detecção electromagnética.

Enquanto que na radionavegação se procura obter uma posição ou uma direcção utilizando uma emissão feita num ou mais locais e a recepção em local ou locais diferentes, na detecção electromagnética a emissão e a recepção fazem-se num mesmo local e utilizam-se as propriedades reflectoras dos objectos cuja posição se pretende determinar.

Com as necessidades da navegação aérea os sistemas de radionavegação depressa